

A Cultura do Arroz em Moçambique:

uma perspetiva da investigação em curso no
Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

Nelma Marieta Custódio Tivane Mucasse

*Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do Grau de
Mestre em Agroecologia, no âmbito da dupla diplomação com o
Instituto Superior Politécnico de Gaza*

Orientada por

Prof^ª Margarida Arrobas Rodrigues (IPB)

Dr^a Celestina Joshua (ISPG)

Bragança, 2025

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar a Deus Todo Poderoso, pelo dom da vida e pela Sua luz que ilumina o meu caminho.

À minha família, esposo, filhos, pais, irmãos, pelo amor, apoio e compreensão ao longo desta jornada.

Aos meus orientadores, Prof^a Margarida Arrobas e Dra. Celestina Joshua, pela orientação rigorosa, disponibilidade constante e pelo incentivo incansável que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Às instituições, Instituto Politécnico de Bragança e Instituto Superior Politécnico de Gaza, pela oportunidade de formação e pela valiosa experiência proporcionada através do intercâmbio académico.

Aos técnicos e profissionais do COTARROZ (Centro de Transferência de Arroz) e INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária), pela recepção, colaboração e orientação durante o estágio, que enriqueceram significativamente o meu percurso.

Aos demais familiares, amigos colegas que contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo o meu sincero agradecimento.

Muito obrigada a todos!

Resumo

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas alimentares mais importantes em Moçambique, representando cerca de 20% da energia e 15% da proteína per capita na dieta da população. Apesar do seu papel estratégico na segurança alimentar, a produção nacional ainda é insuficiente para suprir a procura interna. Em 2024, Moçambique importou aproximadamente 700 000 toneladas de arroz, com um custo superior a 340 milhões de euros, evidenciando a necessidade urgente de fortalecer a produção interna para garantir a segurança alimentar e reduzir a dependência do mercado externo.

Neste contexto, o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) tem desenvolvido esforços significativos para aumentar a produtividade do arroz, por meio da introdução de variedades melhoradas, da realização de ensaios de adaptabilidade e práticas agronómicas inovadoras. Com objetivo de contribuir para o desenvolvimento de soluções técnicas que melhorem o rendimento, esta dissertação concentrou-se na análise de quatro ensaios experimentais conduzidos entre 2019-2024 no IIAM com os seguintes objetivos:

i) Avaliação de variedades aromáticas e híbridas. As variedades estudadas demonstraram estabilidade produtiva.

ii) Estudo do efeito da altura de corte na cultura principal na capacidade regenerativa da planta (rebrote). Este ensaio mostrou que o corte a 45 cm de altura contribui para o aumento significativo do rendimento da cultura.

iii) Pesquisas de linhas tolerantes à salinidade em 136 genótipos. Foram identificados genótipos com diferentes níveis de resistência e sensibilidade, revelando diversidade genética promissora.

As principais conclusões indicam que o uso de variedades melhoradas, o manejo adequado e a adoção de práticas como o rebrote podem aumentar significativamente a produtividade do arroz em Moçambique. O trabalho reforça a importância da investigação agrária como ferramenta para garantir a segurança alimentar.

Palavras-chave: Arroz; Moçambique; segurança alimentar; investigação agrária em Moçambique; produtividade; rebrote; salinidade.

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important food crops in Mozambique, accounting for about 20% of per-capita energy intake and 15% of per-capita protein in the population's diet. Despite its strategic role in food security, national production remains insufficient to meet domestic demand. In 2024, Mozambique imported approximately 700,000 tonnes of rice at a cost exceeding 340 million euros, highlighting the urgent need to strengthen domestic production in order to ensure food security and reduce dependence on external markets.

In this context, the Agricultural Research Institute of Mozambique (IIAM) has made significant efforts to increase rice productivity through the introduction of improved varieties, adaptability trials, and innovative agronomic practices. With the aim of contributing to the development of technical solutions to improve yields, this dissertation focused on the analysis of four experimental trials conducted between 2019 and 2024 at IIAM, with the following objectives:

i) Evaluation of aromatic and hybrid varieties. The varieties studied demonstrated productive stability.

ii) Assessment of the effect of cutting height on the main crop and the plant's regenerative capacity (ratooning). This trial showed that cutting at 45 cm significantly increases crop yield.

iii) Screening of salt-tolerant lines among 136 genotypes. Despite yield losses caused by birds and rodents, this trial revealed promising genetic diversity.

The main findings indicate that the use of improved varieties, proper crop management, and the adoption of practices such as ratooning can significantly increase rice productivity in Mozambique. This work reinforces the importance of agricultural research as a key tool for ensuring food security.

Keywords: Rice; Mozambique; food security; agricultural research in Mozambique; productivity; ratooning; salinity.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivo Geral	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. Enquadramento teórico	3
3.1. A Produção de arroz a nível global, de África e de Moçambique	3
3.1.1. Produção de arroz em África	4
3.1.2. A produção de arroz em Moçambique	4
3.2. Caracterização da área de estudo	5
3.2.1. Clima	5
3.2.2. Província de Gaza	6
3.3. História e evolução da cultura do arroz em Moçambique	8
3.3.1. Introdução da cultura do arroz em Moçambique	8
3.3.2. Regiões produtoras de arroz	9
3.3.3. Evolução das áreas cultivados com arroz em Moçambique	11
3.3.4. Fatores que influenciam a variação na área cultivada e na produção nacional	12
3.4. Importância das variedades tradicionais de arroz em Moçambique: papel das comunidades locais	14
3.5. Influência das Instituições de Pesquisa na Preservação das Variedades Tradicionais	14
3.6. Projetos e Políticas Governamentais de Incentivo ao Cultivo de Arroz em Moçambique	15
3.7. Arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	17
3.7.1. Morfologia do Arroz	17
3.7.2. Fatores climáticos determinantes para a cultura do arroz	24
3.7.3. Solos	24
3.7.4. Seleção de variedades	25

3.8. Cultivo do arroz-----	26
3.8.1. Sistemas de cultivo-----	26
3.8.2. Práticas Culturais-----	30
3.9. Colheita-----	37
3.10. Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique-----	41
4. Parte Experimental: Material e Métodos, Resultados e Discussão-----	42
4.1. Trabalhos em curso no Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique -----	42
4.2. Ensaio 1: Avaliação de Adaptabilidade das Variedades Aromáticas de Arroz	43
4.3. Ensaio 2: Avaliação da adaptabilidade de duas variedades híbridas-----	49
4.4. Ensaio 3: Avaliação do efeito da altura do corte sobre o rendimento e tamanho do grão do arroz obtido a partir do método do rebrote-----	56
4.5. Ensaio 4: Pesquisa de Linhas de Arroz Tolerantes à Salinidade-----	70
5. Conclusões -----	77
6. Referencias Bibliográficas-----	79

Índice de Figuras

Figura 1: Produção média de arroz por continente no período 2019-2023 -----	3
Figura 2: Província de Gaza, Moçambique-----	7
Figura 3: Localização geográfica de seis grandes regiões de produção de arroz em Moçambique -----	11
Figura 4: Componentes de uma espiguetta de arroz -----	21
Figura 5: Componentes da semente de arroz-----	22
Figura 6: Arroz selvagem; Cyperus; Gramínea; Gramínea -----	32
Figura 7: Brusone nas folhas e brusone nos nós da panícula -----	35
Figura 8: Mancha-parda nas folhas e mancha-parda (lesões) nas espiguetas -----	36
Figura 9: Sintomas de mancha nos grãos em arroz -----	37
Figura 10: Desenho experimental do ensaio de variedades aromáticas -----	44
Figura 11: Desenho experimental do ensaio de variedades Bayer -----	51
Figura 12: Desenho experimental do Ensaio-----	59
Figura 13: Duração em dias do ciclo de cada genótipo em estudo-----	60
Figura 14: Altura das plantas (cm) na cultura principal -----	61
Figura 15: Número de panículas produtivas por covacho-----	63
Figura 16: Percentagem de grãos cheios por genótipo na cultura principal -----	65
Figura 17: Rendimento médio em arroz dos diferentes genótipos em estudo-----	68
Figura 18: Rendimento médio em arroz dos diferentes genótipos em estudo, acrescido do valor da produção do rebrote. -----	69

Índice de Tabelas

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros analisados -----	47
Tabela 2: Valores médios de alguns parâmetros de performance das variedades -----	55
Tabela 3: Valores médios de parâmetros produtivos das variedades -----	56
Tabela 4: Altura média das plantas após corte a 15, 30 e 45 cm de altura. -----	62
Tabela 5: Número de panículas por planta, separado por genótipo e altura de corte----	64
Tabela 6: Percentagem de grãos cheios por genótipo de acordo com a altura de corte -	66
Tabela 7: Caracterização dos grãos de arroz por genótipo -----	67
Tabela 8: Escala de sintomas de salinidade na planta do arroz-----	73
Tabela 9: Resultados laboratoriais da amostra do solo -----	73
Tabela 10: Análise dos dados dos parâmetros avaliados no ensaio de salinidade -----	74

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é uma cultura monocotiledónea originária da região dos Himalaias e é amplamente cultivada na zona tropical. Pertencente ao género *Oryza*, foi nomeado por Lineu em 1753 e integra a família botânica Poaceae. Além de sua relevância económica, o arroz desempenha um papel crucial na segurança alimentar global, pois é uma importante fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais essenciais para a nutrição humana (Tripathi et al., 2011; NRDP, 2022).

Considerado os cereais mais importantes no mundo, o arroz ocupa a terceira posição em produção, sendo superado apenas pelo milho e pelo trigo. Sua domesticação ocorreu em diferentes partes do mundo, sendo a Ásia (*Oryza sativa L.*), a África (*Oryza glaberrima Steud*) e a América (*Oryza sp.*) os principais centros históricos desse processo (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arroz>, 2022). A produção mundial está fortemente concentrada na Ásia, onde aproximadamente 90% do arroz global é cultivado, com destaque para China e Índia, os dois maiores produtores (FAO, 2023). Em Moçambique, o cultivo de arroz tem uma longa trajetória histórica, provavelmente introduzido no país por missões portuguesas e chinesas (PNA, 2022).

No contexto moçambicano, o arroz ocupa a terceira posição entre os cereais mais consumidos, atrás apenas do milho e do trigo. Este cereal representa 20% da energia e 15% da proteína per capita, sendo um alimento fundamental na dieta da população. No entanto, a produção nacional ainda não consegue suprir as necessidades internas, tornando Moçambique um importador tradicional deste cereal, principalmente dos países asiáticos (NRDP, 2016).

Embora Moçambique possua uma área potencial de aproximadamente 900000 hectares para o cultivo de arroz, apenas 262000 hectares são efetivamente utilizados para esta cultura. Os rendimentos médios da cultura permanecem baixos, variando entre 1,0 e 1,2 toneladas por hectare no sistema de sequeiro e de 2,8 a 3,5 toneladas por hectare no sistema irrigado, números inferiores às médias globais de 4,3 toneladas por hectare (JICA, 2009; NRDP, 2016; PNA, 2022).

Diversos fatores contribuem para os baixos rendimentos da cultura do arroz em Moçambique. O uso de sementes melhoradas ainda é reduzido e a maioria dos agricultores utiliza grãos adquiridos na colheita anterior, comprometendo o potencial produtivo da

cultura. Além disso, os impactos climáticos severos, como ciclones, inundações e secas, aumentam a vulnerabilidade dos produtores e dificultam a estabilidade produtiva.

Para superar esses desafios, instituições como o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e o Instituto Internacional de Pesquisa sobre o Arroz (IRRI) têm investido em investigação direcionada para a introdução de variedades adaptadas às condições ambientais adversas. Os ensaios conduzidos pelo IIAM incluem estudos sobre variedades tolerantes à salinidade, tolerantes ao frio, tolerantes ao estresse hídrico, tolerantes a inundação, além do desenvolvimento do sistema de rebrote de arroz, que permite o aumento da produtividade sem necessidade de expansão da área cultivada. Essas iniciativas procuram transformar a realidade da produção de arroz no país, promovendo avanços tecnológicos que possam garantir maior eficiência produtiva e competitividade no mercado.

Este trabalho está focado na análise de alguns ensaios experimentais realizados pelo IIAM, relacionados com a adaptabilidade de variedades às condições agroecológicas específicas de Moçambique. Espera-se que a adoção de variedades geneticamente melhoradas e a adoção de práticas culturais como o rebrote contribuam para o aumento da produção de arroz.

Neste contexto a implementação de novas tecnologias e o desenvolvimento de cultivares adaptadas contribuam para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do arroz produzido e reduzir a dependência do país em relação às importações.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Preparar um documento relativo ao estado atual da investigação na cultura do arroz em Moçambique.

2.2. Objetivos Específicos:

Descrever a produção de arroz em Moçambique, incluindo áreas e rendimentos potenciais;

Analisar resultados de ensaios de arroz realizados no Instituto de Investigação Agraria de Moçambique (IIAM).

2.1. Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique

O Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) é uma instituição na alçada do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER), criada pelo Decreto 47/2004, de 27 de outubro, do Conselho de Ministros. O IIAM congrega várias áreas de investigação agrária e resulta da necessidade de integração de esforços, bem como da necessidade de racionalizar e complementar recursos e ações no que respeita à pesquisa, desenvolvimento e disseminação de tecnologias agrárias em Moçambique (IIAM, 2017).

Atribuições e Funções

- São várias as atribuições deste organismo entre as quais se destacam o apoio científico, técnico e administrativo ao Ministério da Agricultura e demais órgãos e instituições da administração pública com funções de formulação e coordenação da política agrária e da política de ciência e tecnologia relativa ao sector agrário;
- O desenvolvimento de investigação nas áreas de ciências agronómicas, florestais e animais, sociologia e economia rurais e agro-negócios, encontrando-se estas áreas no âmbito da atuação do Ministério da Agricultura;
- Desenvolvimento de atividades de produção, documentação, formação, difusão e transferência de conhecimento técnico científico no sector agrário.

Estrutura Orgânica

O IIAM está estruturado em unidades de nível central e local. A nível central, o IIAM tem uma Direção Geral e 4 Direções Técnicas, a saber: i) Direção de Agronomia e Recursos Naturais; ii) Direção de Ciências Animais; iii) Direção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologia; e Direção de Planificação, Administração e Finanças.

A nível local, as unidades experimentais (campos, laboratórios, postos e estações) do IIAM agrupam-se em 4 Centros Zonais: Centro Zonal Sul; Centro Zonal Centro; Centro Zonal Nordeste; e Centro Zonal Noroeste.

A sede do IIAM e as suas unidades de nível central localizam-se na cidade de Maputo. As sedes das unidades de nível local localizam-se em Lichinga, Nampula, Chimoio e Chókwè, respetivamente para o Centro Zonal Noroeste, Centro Zonal Nordeste, Centro Zonal Centro e Centro Zonal Sul, com os seguintes setores:

- Raízes e tubérculos,

- Leguminosas de grão,
- Arroz
- Milho
- Hortícolas,
- Fruteiras,
- Proteção de plantas,
- Água e solos
- Meteorologia
- Pecuária

O Instituto de Investigação Agrária de Moçambique pretende ser uma organização de investigação e inovação de excelência, dinâmica e motivada, que contribua para a satisfação das necessidades alimentares, desenvolvimento do agro-negócio e uso sustentável dos recursos naturais. A sua principal missão está voltada para a criação de conhecimento e soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio e a segurança alimentar e nutricional. Como objetivos gerais, o IIAM estabelece a introdução e criação de novas variedades para as diversas zonas agroecológicas e climas de Moçambique e a realização de ensaios de adaptabilidade para a introdução de novas variedades.

3. ENQUADRAMENTO TEORICO

3.1. A Produção de arroz a nível global, de África e de Moçambique

O arroz ocupa o décimo lugar entre as culturas agrícolas em termos de área arável global, mas em muitos países asiáticos esta cultura representa mais de um terço das terras cultivadas. A produção mundial está altamente concentrada, sendo que os 26 países líderes respondem por 96% do total global.

Os 3 países mais produtivos incluem: China, líder mundial na produção de arroz, com uma média de 205,3 milhões de toneladas entre 2007 e 2021. Segue-se a Índia e o Bangladesh, todos juntos totalizando cerca de 60% da produção mundial (FAO, 2023). Outros países relevantes na produção deste cereal são a Indonésia, Tailândia, Brasil e Japão.

A Ásia como um todo é responsável por quase 90% da produção mundial de arroz (Figura 1) (FAO, 2023) evidenciando o seu papel central na segurança alimentar global.

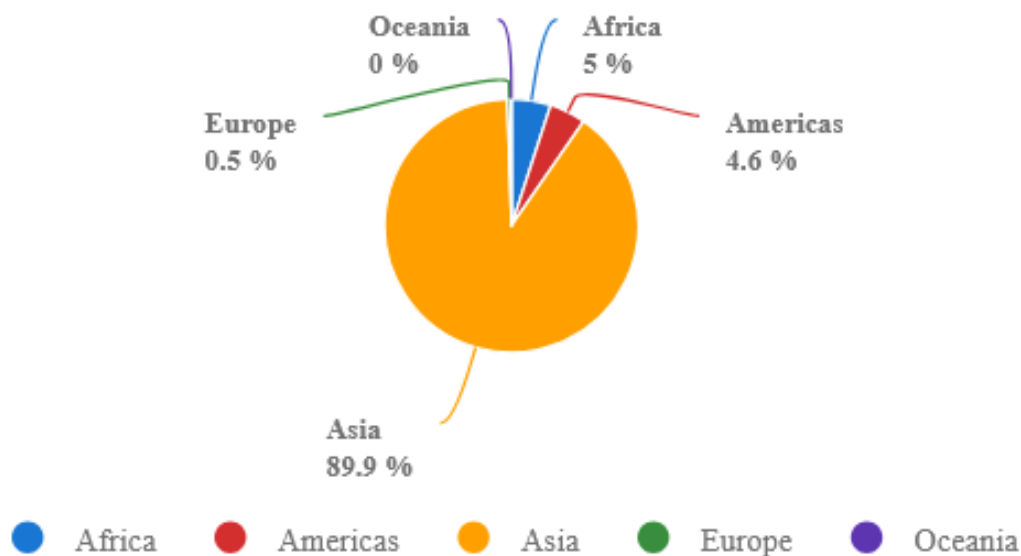


Figura 1: Produção média de arroz por continente no período 2019-2023.

Fonte: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

3.1.1. Produção de arroz em África

A área potencial para a produção de arroz na África é estimada em 637 milhões de hectares, dos quais apenas 32% são atualmente explorados. A maior parte da produção ocorre em regime de sequeiro, sendo consociada com outras culturas básicas como milho, mapira, mandioca, inhame e banana, além de culturas de rendimento, como café, cacau e citrinos. (PNA, 2022).

Apesar de ser uma cultura essencial para a segurança alimentar do continente, a produção local não é suficiente para as necessidades, cobrindo apenas 60% das necessidades de consumo. Como consequência, África gasta mais de 5 mil milhões de dólares por ano na importação de 12,5 milhões de toneladas de arroz, o que equivale a 32% do total das importações globais. Esta realidade faz da África um dos maiores compradores de arroz e um participante importante no comércio mundial do produto. (PNA, 2022).

3.1.2. A produção de arroz em Moçambique

Em Moçambique o arroz consolidou-se como uma das principais culturas alimentares, ganhando maior destaque nos últimos anos em relação a alimentos tradicionais como mandioca, batata-doce, milho e mapira.

O crescimento do consumo anual tem sido expressivo, alcançando 8,6% ao ano, superando outros cereais como milho (5,5%), trigo (7,4%) e mapira (4,7%) nos mercados locais (PNA, 2022).

A importação de arroz em Moçambique tem aumentado significativamente nos últimos anos, refletindo a forte dependência do país em relação ao mercado externo para suprir sua demanda interna (PNA, 2022). Em 2024, Moçambique importou aproximadamente 700 000 toneladas de arroz, principalmente da Índia, um volume consideravelmente superior ao registado em anos anteriores. Este aumento decorre do crescimento populacional e das mudanças nos hábitos alimentares, consolidando o arroz como um dos cereais mais consumidos no país (Observador, 2024). Dados do Banco de Moçambique indicam que, nos primeiros nove meses de 2024, o país gastou 340 milhões de euros em importações de arroz, um valor superior ao total registado nos anos anteriores. Em 2023, os gastos somaram 304,8 milhões de euros, enquanto em 2022 foram 276,7 milhões de euros. Comparando os últimos cinco anos, verifica-se um aumento contínuo das importações, evidenciando que a produção interna ainda não consegue acompanhar a crescente procura (Observador, 2024).

Apesar dos avanços na produção nacional, Moçambique ainda não é um exportador significativo de arroz. No entanto, o Programa Nacional do Arroz (PNA) prevê que, até 2029, o país possa produzir excedentes para exportação. O objetivo do governo é reduzir o défice de produção de 57,5% registado em 2022 para 26,4% até 2026, fortalecendo a produção interna e criando condições para que Moçambique se torne um exportador regional (PNA, 2022).

Embora o país possua um grande potencial agrícola, diversos fatores ainda limitam a expansão da produção de arroz, como se discutirá mais à frente.

3.2. Caracterização da área de estudo

Moçambique está localizado ao longo da costa sudeste do continente africano, entre as coordenadas geográficas 10° 27' S e 26° 57' S, de latitude, e 30° 12' E e 40° 51' E, de longitude, e ocupa uma área total estimada de cerca de 1371380 km², sendo 786380 km² de terra firme e cerca de 572000 km² de área marítima (FAO, 2009). Está dividido em 10 províncias, das quais sete são costeiras: de Norte para Sul, Cabo Delgado, Nampula, Zambézia, Sofala, Inhambane, Gaza e Maputo. (MIMAIP, 2020; CESO, 2011; FAO, 2009).

A fronteira terrestre é delimitada a Norte com a Tanzânia, a Oeste com o Malawi, a Zâmbia, o Zimbabwé e o Reino da Suazilândia e a Sul com a África do Sul (CESO, 2011).

3.2.1. Clima

O clima de Moçambique é tropical, em geral caracterizado por duas estações bem distintas: uma estação mais fresca e seca, de maio a setembro e outra quente e húmida entre outubro e abril. (MIMAIP 2020 e CESO 2011). A precipitação é mais abundante no Centro e Norte do país, com valores que variam entre 800 a 1200 mm por ano. O Sul do país é geralmente seco, mais no interior do que na costa, onde a precipitação anual atinge cerca de 800 mm e diminui até cerca de 300 mm. As temperaturas médias do ar, em geral, variam entre 25 °C e 27 °C na estação mais quente e 20 °C e 23 °C na estação mais fresca (MIMAIP, 2020).

A localização geográfica de Moçambique nos trópicos e subtropicais faz com que este país seja vulnerável a eventos extremos de origem meteorológica, tais como secas, cheias e ciclones tropicais, e de origem geológica como é o caso de sismos e tsunamis. Entre as diversas zonas do país, as áridas e semi-áridas são as mais vulneráveis, devido à degradação da terra caracterizada por perda persistente de produtividade de vegetação, de solos e agravada pelo seu uso inapropriado (Patrício et al., 2009).

A humidade relativa é o elemento do clima com maior regularidade, sendo o seu valor mais elevado na estação quente que na fresca. A evaporação é elevada entre dezembro e março, quando sopram os ventos quentes.

Em África, os problemas de água são, de um modo geral, muito graves, seja pela deficiência, seja pelo excesso. Moçambique sofre de excessos e de escassez de água, e isto apesar de possuir uma vasta rede hidrográfica composta por numerosos rios. Na realidade, embora exista muita água, ela encontra-se mal distribuída ao longo do ano. A maioria das

linhas de água têm natureza torrencial, só enchem e transportam água em quantidade apreciável no período corresponde à estação das chuvas. Esta irregularidade dificulta a utilização destes recursos e impõe a necessidade de construir sistemas de regularização, sejam eles barragens, diques, bem como sistemas de regadio (RBL, 2005).

3.2.2. Província de Gaza

A província de Gaza, com uma superfície aproximada de 75709 km² é constituída por onze distritos, sendo uma das suas sete províncias banhadas pelo Oceano Índico (Figura 2). Os limites são estabelecidos, a Sul, pelo rio Incomáti que a separa da província de Maputo, a Norte pelo rio Save que a separa de Manica, a Este pela província de Inhambane, a sudeste pelo Oceano Índico e a Oeste pela África do Sul e Zimbabwé (RBL, 2005).

No sul do país são escassos os cursos de água já que a região é desfavorecida pela precipitação atmosférica. É grande a diferença de caudal entre as duas estações, a chuvosa e a seca. Durante a primeira são frequentes as cheias, em especial de janeiro a março, provocando muitos prejuízos na agricultura e nos aglomerados populacionais. (RBL, 2005)

O rio Limpopo é o centro vital de Gaza. É ele que torna a província importante sobre diferentes pontos de vista: agricultura, política e desenvolvimento. Em anos de grande precipitação consegue alimentar a nação com arroz e outras culturas, mas em anos secos apresenta um aspeto desolador.

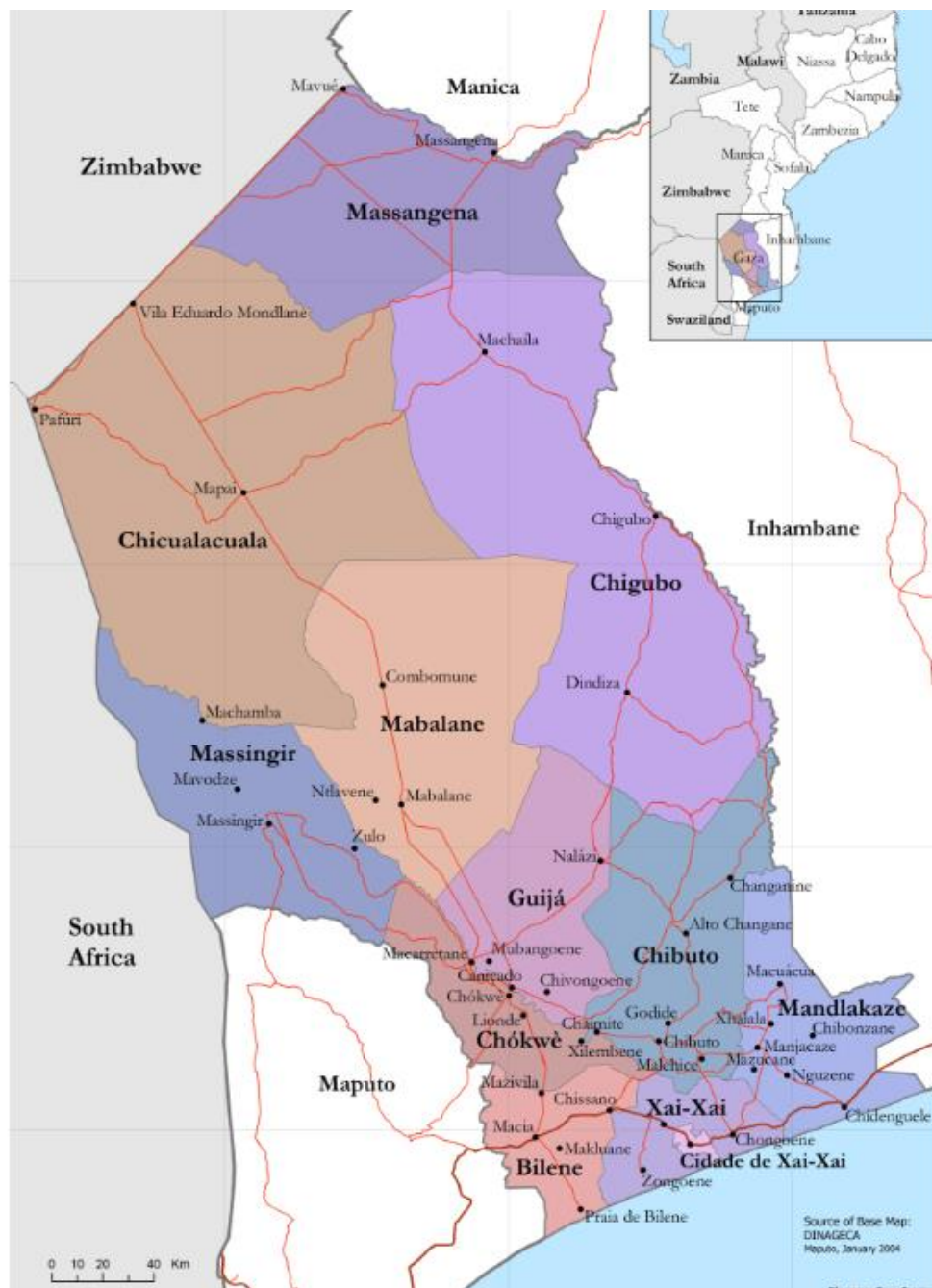


Figura 2: Mapa da província de Gaza, Moçambique

Fonte: <https://coracaoafricano2532014.wordpress.com/2015/05/11/gaza-mocambique/>

Nas grandes secas, o Limpopo simplesmente secou completamente, apresentando o aspecto duma estrada seca e poeirenta. Nos anos húmidos é exatamente o oposto: o rio alaga as suas margens e as populações têm, por vezes, de ser retiradas por helicóptero. Trata-se de

uma área essencialmente plana, de baixa altitude (RBL, 2005). Os solos são Aluviossolos, com maior potencial agrícola. (RBL, 2005).

O distrito de Chókwè está situado na província de Gaza, em Moçambique. A sua sede é a cidade do Chókwè. Tem limites geográficos, a norte com o distrito de Mabalane, a norte e nordeste com o distrito de Guijá, a leste com o distrito do Chibuto, a sul com os distritos de Limpopo e Bilene e a Oeste é limitado pelo distrito de Magude da província de Maputo (MAE, 2005). É caracterizado por um clima do tipo semi-arido seco, com grande variabilidade pluviométrica ao longo do ano, a precipitação media anual é de cerca de 622 mm. A evapotranspiração de referência media anual da região é de 1 408 mm resultando num défice anual de água na ordem de 786 mm. (Langa, 2015)

Os Solos do distrito de Chokwe são constituídos na sua maioria por formação marinha, com subsolo frequentemente salino-sódico. Possui terras de grande fertilidade devido ao depósito de materiais transportados pelos rios, facto que leva a boas produções. Os solos são de textura predominantemente argilosa a franco argiloso. (Langa, 2015)

3.3. História e evolução da cultura do arroz em Moçambique

3.3.1. Introdução da cultura do arroz em Moçambique

O cultivo do arroz tem uma presença histórica marcante em Moçambique, com origens associadas a missões portuguesas e chinesas que introduziram a cultura no país. A localização geográfica e as características naturais do território moçambicano favoreceram a adaptação dessa cultura, especialmente devido à abundância de rios, afluentes e deltas ao longo do litoral, que proporcionam extensas áreas aráveis adequadas para o cultivo (PNA, 2022). Moçambique possui 10 zonas agro-ecológicas e 9 principais bacias hidrográficas e mais de 80 pequenas bacias que possibilitam a produção da cultura de arroz (NRDP, 2016).

Atualmente, o arroz consolidou-se como uma das principais culturas alimentares do país, com um registo de crescimento acelerado no consumo. Com uma taxa média de crescimento anual de 8,6%, o arroz supera outros cereais tradicionais como milho (5,5%), trigo (7,4%) e mapira (4,7%) nos mercados locais. Esse aumento significativo no consumo intensificou a necessidade de expansão produtiva e redução da dependência das importações, que ainda são essenciais para suprir um défice de 650000 toneladas anuais (PNA, 2022).

Embora a produção nacional tenha duplicado nos últimos dez anos, tendo passado de 206385 toneladas em 2007-2008 para 412552 toneladas em 2017-2018, esse crescimento foi impulsionado pela ampliação da área cultivada, sem que se tenha verificado uma evolução significativa na produtividade média, que permanece estagnada (PNA, 2022).

3.3.2. Regiões produtoras de arroz

Em Moçambique, a produção de arroz é amplamente conduzida pelo setor familiar, representando 97,7% da produção nacional. Esse cultivo é realizado em pequenas parcelas que variam entre 0,5 e 1 hectare, sendo predominantemente realizado em regime de sequeiro. Esse sistema depende diretamente das chuvas sazonais e, devido à baixa adoção de tecnologias agrícolas modernas, apresenta uma vulnerabilidade elevada às variações climáticas, como secas prolongadas e cheias. As principais províncias onde esse modelo de produção prevalece são Sofala, Zambézia, Nampula e Cabo Delgado. Nestas regiões os pequenos agricultores enfrentam desafios significativos, incluindo degradação do solo, baixo acesso a fertilizantes e falta de assistência técnica, fatores que contribuem para a produtividade média de 1,0 a 1,2 toneladas por hectare (NRDP, 2016).

Embora a produção comercial de arroz ainda seja reduzida em Moçambique, representando apenas 2,3% da produção nacional, ela ocorre principalmente em sistemas irrigados, onde há infraestruturas mais desenvolvidas e maior acesso a tecnologias agrícolas. As províncias de Gaza e Maputo concentram grande parte da produção comercial do arroz, juntamente com algumas áreas da Zambézia e Sofala. Os distritos estratégicos para o cultivo irrigado incluem Chókwè, Xai-Xai, Bilene, Búzi, Matutuíne e Mopeia, onde há investimentos em mecanização e sistemas eficientes de irrigação. Nestas regiões, a produtividade média do arroz varia entre 2,8 e 3,5 toneladas por hectare, demonstrando uma produtividade superior à do setor familiar, que depende inteiramente das chuvas (NRDP, 2016).

O distrito de Chókwè, em Gaza, tem sido historicamente o centro da produção comercial de arroz em Moçambique, sendo conhecido como "o celeiro da nação". O seu papel na produção agrícola deve-se aos investimentos em infraestruturas produtivas e sistemas de irrigação que permitiram o avanço na produção comercial do cereal (Nova, 2024). No entanto, nos últimos anos, diversas áreas que anteriormente eram intensivamente exploradas tornaram-se subaproveitadas devido a fatores como degradação do solo, acesso limitado a

fatores de produção agrícola e variações climáticas severas. O Inquérito Agrário Integrado de 2024 revelou que a produtividade média nacional do arroz é de apenas 633 kg por hectare, um valor consideravelmente abaixo da média da África Subsaariana, que é de 2,1 toneladas por hectare. Entretanto, estudos indicam que, se houver aplicação adequada de fatores de produção e adoção de melhores técnicas de manejo agrícola, a produtividade no sistema de sequeiro pode atingir 2,9 toneladas por hectare (Nova, 2024), valores ainda longe dos valores de produção média apresentados pela FAO (2023) que rondam as 4,75 toneladas por hectare.

A produção de arroz em Moçambique está distribuída em clusters estratégicos que coincidem com os corredores de desenvolvimento agrícola estabelecidos pelo Plano Estratégico de Desenvolvimento do Setor Agrário (PEDSA). Esses núcleos abrangem mais de 20 distritos produtores, organizados em seis grandes regiões que concentram a produção e comercialização do arroz no país (Figura 3). Estas províncias representam, em conjunto, cerca de 95 por cento da produção de arroz no país (CARD, 2023). As principais áreas incluem *Maputo*, com destaque para os distritos de Matutuíne, Magude e Marracuene; *Gaza*, com Chókwè, Xai-Xai e Bilene; *Sofala*, onde se encontram Búzi, Dondo, Beira e Caia; *Zambézia*, com Nicoadala, Mopeia, Murrumbala, Namacurra e Chinde-Luabo; *Nampula*, onde estão Angoche e Moma; e *Cabo Delgado*, que abrange Balama e Muidumbe (Figura 3). Essas regiões representam zonas estratégicas para a produção de arroz, onde se concentram esforços voltados para o aumento da produtividade e o fortalecimento do setor agrícola nacional (PNA, 2022; CARD, 2023).

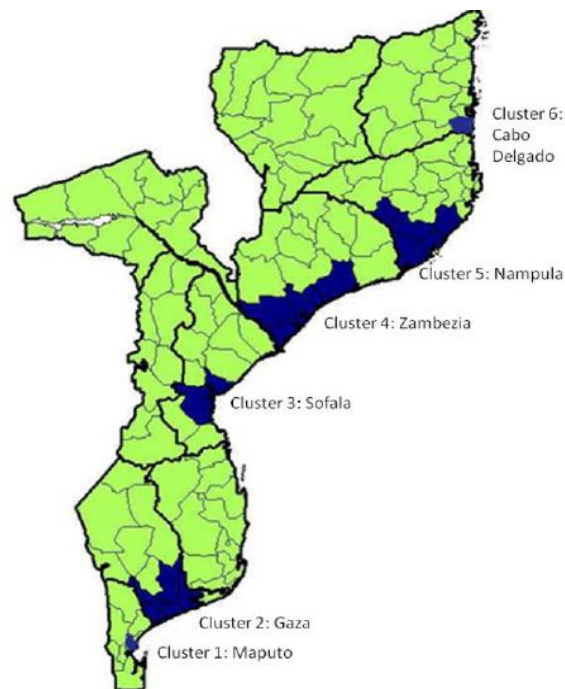


Figura 3: Localização geográfica de seis grandes regiões de produção de arroz em Moçambique
Fonte: (Programa Nacional para o Desenvolvimento do Arroz -NRDP, 2016).

3.3.3. Evolução das áreas cultivadas com arroz em Moçambique

Os dados históricos indicam uma variação significativa na área cultivada ao longo dos anos:

- 2008 – 206385 hectares cultivados.
- 2018 – 412552 hectares, representando um acréscimo de 99,8%. O aumento da área cultivada foi impulsionado por investimentos governamentais, expansão da demanda e incentivos à produção.
- 2019 – 262000 hectares, indicando uma redução significativa na área cultivada. Desde esta altura tem-se verificado uma estagnação com uma reduzida expansão da área produtiva. Apesar do crescimento inicial, a redução da área cultivada após 2018 reflete desafios estruturais, como a falta de infraestrutura, o baixo nível de mecanização e impactos das variações climáticas (NRDP, 2016; PNA, 2022).

No que respeita a perspectivas futuras para a cultura (2023-2030), o governo tem estabelecido metas ambiciosas para expandir a área cultivada e melhorar a produtividade, visando reduzir o défice de 57,5% em 2022 para 26,4% em 2026 e alcançar um aumento

muito significativo da produção para exportação até 2029 (PNA, 2022), tal como já foi anteriormente referido.

3.3.4. Fatores que influenciam a variação na área cultivada e na produção nacional

São vários os fatores identificados como os mais determinantes na variação cíclica da área cultivada com consequências na produtividade média conseguida. Neste sentido podem destacar-se os seguintes:

1. Fatores Climáticos

- Chuvas irregulares e secas prolongadas – Como foi já referido, apenas 2,3% da área produtiva está localizada em áreas irrigadas. A produção em sequeiro, predominante no setor familiar, é altamente dependente das chuvas, tornando-se vulnerável a períodos de seca.
- Inundações e ciclones – Eventos climáticos extremos, como ciclones e cheias, têm causado perdas substanciais na produção, afetando a expansão das áreas cultivadas.
- Subida generalizada da temperatura ambiente – O aumento da temperatura impacta negativamente o rendimento das culturas, exigindo variedades mais resistentes. (NRDP, 2016).

2. Medidas Políticas

- Políticas de incentivo à produção – O Programa Nacional do Arroz (PNA) e o Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Setor Agrário (PEDSA) têm sido fundamentais para estimular a expansão da área cultivada.
- Investimentos em infraestruturas – A infraestrutura agrícola deficiente da maioria dos produtores é um dos principais entraves, já que a maioria dos pequenos produtores não tem acesso à mecanização da cultura, situação que tem impacto direto na produtividade. A construção de sistemas de irrigação e a mecanização agrícola são reconhecidamente essenciais para aumentar a produtividade e reduzir a dependência das chuvas.
- Parcerias internacionais – O apoio de instituições como a Agência Japonesa para a Cooperação Internacional (JICA) tem também contribuído para o desenvolvimento

do setor (PNA, 2022). Acresce a importância de Instituições como a África Rice e o Instituto Internacional de Pesquisa no Arroz (IRRI) que colaboram no desenvolvimento de variedades mais produtivas e resistentes às alterações climáticas.

3. Fatores Económicos

- Custo das importações – A dependência de importações, que representam 350000 toneladas anuais, tem pressionado o governo a expandir a produção nacional no sentido de reduzir a dependência externa deste tipo de alimento das populações. A concorrência com o arroz importado, que chega ao mercado com preços mais baixos, é um fator que desestimula a produção local.

- Falta de mecanização – O reduzido investimento em tecnologia agrícola limita a produtividade e restringe a expansão das áreas cultivadas. Por outro lado, os elevados custos de produção dificultam o acesso dos pequenos agricultores a fatores de produção como sementes certificadas ou fertilizantes.

- Acesso a financiamento – Os pequenos produtores enfrentam dificuldades para obter crédito agrícola, limitando investimentos para a expansão da produção (NRDP, 2016).

Apesar destes desafios, Moçambique tem oportunidades estratégicas para expandir a produção de arroz nos próximos anos. Já foi referido que o país dispõe de um elevado potencial de expansão da área de cultivo deste cereal dentro dos 900000 ha de terra arável, já que apenas 262000 ha estão atualmente ocupados pelo arroz. As políticas de incentivo, como o Programa Nacional do Arroz (PNA) e o Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Setor Agrário (PEDSA), estabelecem metas para ampliar a área cultivada e melhorar a infraestrutura agrícola, com o objetivo de garantir autossuficiência na produção nacional. A continuidade desses programas será essencial para que Moçambique consiga reduzir sua dependência das importações e fortalecer sua posição no mercado regional de arroz (PEDSA, 2022). Moçambique tem potencial para se tornar um exportador regional nos próximos anos. Para que isso aconteça, será essencial superar barreiras estruturais, como baixa mecanização, falta de irrigação e dependência de importações, além de garantir que as políticas estratégicas sejam devidamente implementadas. A continuidade desses esforços será fundamental para a promoção da segurança alimentar e o crescimento económico sustentável no país.

3.4. Importância das variedades tradicionais de arroz em Moçambique: papel das comunidades locais

Apesar da existência de programas voltados para a certificação e modernização da produção de sementes como forma de aumentar a produtividade da cultura, a adesão às variedades certificadas entre pequenos produtores ainda é baixa. Apenas 4,5% dos agricultores utilizam sementes certificadas de arroz, o que reflete a preferência por variedades tradicionais que, embora desenvolvidas entre 1960 e 1970, continuam a ser amplamente utilizadas nas comunidades agrícolas. (Nova, 2024)

Enquanto o sistema formal de produção de sementes é caracterizado por uma estrutura organizada de testes científicos, melhoramento genético e rigoroso controle de qualidade, o sistema informal, predominante entre pequenos produtores, permite uma adaptação mais flexível das variedades ao ambiente local. Assim, as sementes tradicionais são selecionadas e cultivadas conforme sua resistência às condições climáticas e outros fatores ambientais, preservando características importantes para a subsistência dos agricultores (Nova, 2024; PNA, 2022).

A preservação das variedades tradicionais também ocorre por meio da experimentação prática dos próprios agricultores, que avaliam o desempenho das sementes ao longo das safras. Esse conhecimento empírico garante que apenas as variedades mais produtivas e resistentes às condições locais sejam mantidas e transmitidas entre gerações (Nova, 2024).

O sistema de produção agrícola em Moçambique é marcado por uma forte dependência de redes informais de troca e aquisição de sementes. Muitos agricultores obtêm sementes ou grãos da sua própria colheita, ou por meio de trocas informais com outros produtores e compras no mercado local. Esse modelo de conservação flexível garante que variedades tradicionais continuem a ser cultivadas, mesmo sem acesso a programas formais de distribuição de sementes certificadas (Nova, 2024; PNA, 2022).

3.5. Influência das Instituições de Pesquisa na Preservação das Variedades Tradicionais

Embora o sistema informal seja predominante, instituições de pesquisa como o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), em parceria com o International

Rice Research Institute (IRRI) e Africa Rice, desempenham um papel fundamental na identificação, melhoramento e adaptação de variedades tradicionais às condições locais.

A cadeia de produção de sementes inicia-se com a pesquisa básica para o desenvolvimento de variedades, conduzida por centros internacionais. Em Moçambique, o IIAM realiza ensaios agronômicos para avaliar o comportamento das variedades em diferentes ambientes, garantindo que apenas as mais promissoras sejam selecionadas para cultivo em larga escala (Nova, 2024). Além disso, são organizados dias de campos para que os agricultores, técnicos de extensão rural e especialistas possam avaliar as características das variedades tradicionais e fornecer comentários sobre produtividade e resistência a condições adversas. Esse intercâmbio entre ciência e prática agrícola fortalece a preservação das variedades tradicionais, garantindo que sejam melhoradas sem perderem as suas características originais (PNA, 2022; Nova, 2024).

3.6. Projetos e Políticas Governamentais de Incentivo ao Cultivo de Arroz em Moçambique

O arroz é uma das culturas estratégicas para a segurança alimentar e para o desenvolvimento agrícola de Moçambique. No entanto, como foi já referido, a produção nacional não tem sido suficiente para suprir a demanda interna, levando o país a depender de importações anuais superiores a 650000 toneladas. Para enfrentar esse desafio, o governo moçambicano tem implementado políticas e programas estruturantes voltados para o fortalecimento da cadeia de valor do arroz (PNA, 2022).

i) Programa Nacional do Arroz (PNA) – Estratégia de Desenvolvimento

O Programa Nacional do Arroz (PNA) foi concebido como um instrumento estratégico para impulsionar o setor, promovendo investimentos em infraestruturas agrícolas, pesquisa, mecanização e acesso a fatores de produção. O programa foi inicialmente implementado entre 2008 e 2018, resultando num crescimento de 99,8% na produção, passando de 206385 toneladas em 2008 para 412525 toneladas em 2018. Apesar desse avanço, a produção ainda não responde à necessidade interna, exigindo uma segunda fase do PNA, com metas ambiciosas para reduzir o défice de 57,5% em 2022 para 26,4% em 2026 e alcançar maior produção para exportação até 2029 (PNA, 2022). O PNA adota uma abordagem abrangente e

integrada, envolvendo setores público e privado, além de parceiros internacionais, como a Agência Japonesa para a Cooperação Internacional (JICA), que tem prestado apoio técnico e financeiro para a implementação do programa (PNA, 2022).

ii) Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Setor Agrário (PEDSA)

O Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Setor Agrário (PEDSA) é um dos pilares das políticas agrícolas de Moçambique, estabelecendo diretrizes para o crescimento sustentável da produção de arroz. O plano enfatiza:

- Expansão da área cultivada, com foco em regiões estratégicas para o cultivo do arroz.
- Melhoria da infraestrutura de irrigação, especialmente nas províncias de Gaza, Maputo, Zambézia e Sofala, onde a produção comercial é mais expressiva.
- Promoção da mecanização agrícola, visando aumentar a eficiência produtiva e reduzir perdas pós-colheita.
- Fortalecimento da pesquisa e extensão rural, com apoio do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e colaboração com instituições internacionais como o International Rice Research Institute (IRRI) e AfricaRice (NRDP, 2016).

iii) Plano Nacional de Investimento Agrícola (PNISA)

O Plano Nacional de Investimento Agrícola (PNISA) complementa as estratégias do PEDSA, focando na mobilização de recursos financeiros para o setor agrícola. No contexto do arroz, o PNISA busca:

- Facilitar o acesso dos pequenos produtores a sementes certificadas e fertilizantes.
- Criar incentivos para a adoção de tecnologias modernas, incluindo sistemas de irrigação e práticas agrícolas sustentáveis.
- Fortalecer a cadeia de valor do arroz, promovendo a comercialização e agregação de valor ao produto nacional (NRDP, 2016; PNA, 2022).

iv) Mecanização e Infraestrutura – Incentivos Governamentais

A mecanização agrícola tem sido um dos principais focos das políticas governamentais, dada sua importância para o aumento da produtividade. Evidências da Ásia e África

demonstram que a mecanização contribui significativamente para melhorar o rendimento das culturas. Em Moçambique, o governo tem investido na aquisição e distribuição de tratores, além de planejar a implantação de Centros de Prestação de Serviços Agrícolas, em parceria com o setor privado (PNA, 2022). Além disso, a infraestrutura de armazenamento e processamento pós-colheita tem sido alvo de investimentos, visando reduzir perdas e melhorar a qualidade do arroz nacional, tornando-o mais competitivo em relação ao produto importado (PNA, 2022).

v) Investigação e Extensão – Parcerias Estratégicas

A investigação agronómica desempenha um papel crucial na melhoria da produtividade e adaptação das variedades de arroz às condições locais. O Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) lidera os esforços de pesquisa, em colaboração com instituições internacionais, como o IRRI e AfricaRice. Os programas de pesquisa incluem:

- Desenvolvimento de variedades adaptadas ao clima moçambicano.
- Ensaios agronómicos para avaliar o desempenho das sementes em diferentes ecossistemas.
- Capacitação de agricultores e técnicos de extensão rural, promovendo a disseminação de boas práticas agrícolas (PNA, 2022; NRDP, 2016).

3.7. Arroz (*Oryza sativa* L.)

3.7.1. Morfologia do Arroz

O arroz é uma planta da família das gramíneas, do género *Oryza*, que possui cerca de vinte espécies, sendo a mais cultivada a *Oryza sativa* L. (Neto, 2015). Segundo Manigbas et al. (2023), o arroz é uma planta muito flexível e adaptável que cresce bem sob condições de inundação. A planta do arroz é uma gramínea de estação quente, normalmente cultivada como planta anual, embora em áreas tropicais possa sobreviver como planta perene (Manigbas et al., 2023).

A raiz

As raízes são fibrosas e consistem de radículas ou raízes seminais. As raízes seminais, denominadas também de embrionárias, ou seja, as que nascem quando as sementes

germinam, têm poucas ramificações e sobrevivem somente durante um curto espaço de tempo. Segundo Smith, (2002) a raiz seminal emerge do nó cotiledonar dentro do embrião. É uma única que cresce 3 a 5 cm nos primeiros 3 dias após a germinação, e estende-se tipicamente até 12 cm, contribui para a absorção de nutrientes pela planta desde a emergência até à fase de sete folhas. O principal conjunto de raízes tem origem nos nós dos colmos, logo abaixo da superfície do solo, e é extensamente ramificado. Essas raízes denominam-se de adventícias. Com o desenvolvimento da planta, novas raízes podem surgir dos nós dos colmos, acima do nível do solo. Geralmente, as raízes adventícias atingem uma profundidade de 50 cm, sendo que 46% de sua massa se desenvolve na superfície do solo (Tripathi et al., 2011). De acordo com Manigbas et al. (2023), as raízes são relativamente rasas, especialmente em condições de inundação (95% das raízes são encontradas nos 20 cm superiores do solo). Um sistema de raízes longas e ramificadas é característica de extrema importância ao arroz de terras altas, pois propicia melhor absorção da água disponível no solo (Fonseca et al., 2008).

O colmo

Segundo Smith (2002), o colmo é o caule da planta, é constituído por nós e entrenós. É totalmente envolvido pela bainha antes da floração, porém pequena parte dele é exposta, abaixo da panícula, após a floração. O número total de nós no colmo principal é igual ao número de folhas do colmo mais dois, que correspondem ao nó do coleóptilo e o da panícula. O diâmetro externo dos entrenós é de 2-6 mm, varia com a sua posição, tipo de caule (colmo principal ou perfilho) e condições ambientais. Apresenta um espaço central vazio denominado cavidade medular (Guimarães, et al., 2022). Os colmos mais curtos e resistentes contribuem principalmente para a resistência da planta à acama (Manigbas et al, 2023). A altura é importante por causa de sua relação com os processos fisiológicos da planta e com a acama, fatores que afetam a colheita e rendimento (Quinton et al., 2018). A planta do arroz pode crescer de 1 a 1,8 m de altura, ocasionalmente mais, dependendo da variedade e da fertilidade do solo (Tripathi et al., 2011; Quinton et al., 2018).

A folha

As folhas do arroz nascem no colmo em duas fileiras alternadas, cada uma inserida em um nó. Cada folha é formada por duas partes principais, a bainha e a lâmina. A bainha foliar é contínua com a lâmina e envolve o colmo acima do nó, variando em comprimento, forma e grau de aderência.

A primeira folha surgida do coleóptilo difere das demais por ser cilíndrica e não apresentar lâmina, é denominada de prófalo ou folha incompleta. A partir da segunda folha e todas as demais, são dispostas de forma alternada no colmo, surgindo a partir de gemas situadas nos nós. A última folha a surgir em cada colmo denomina-se folha-bandeira (Tripathi et al., 2011).

A folha é constituída por uma bainha foliar e por um limbo foliar (lamina). Na sua junção encontram-se um par de aurículas e uma lígula. A porção basal da bainha foliar está fixa a uma placa nodal. A bainha da folha é uma folha alongada enrolada num cilindro dependendo da variedade tem folhas longas e finas de 100 cm de comprimento e 2 a 2,5 cm de largura (Quinton et al., 2018).

Afilhamento

Os afilhos primários têm origem na base das folhas de cada nó não alongado, do colmo principal, durante o crescimento vegetativo. Estes, por sua vez, dão origem aos filhos secundários. Estes últimos dão origem aos filhos terciários O afilhamento começa no estádio de quatro a cinco folhas. O grupo de filhos produzidos por uma única planta constitui um conjunto de caules de arroz. A capacidade de afilhamento do arroz depende da variedade da planta, mas também é influenciada pelo ambiente e pelas práticas de cultivo (Manigbas et al., 2023).

Panícula

A panícula é a inflorescência do arroz, contém os órgãos reprodutores da planta do arroz, nascida no nó mais alto do caule. A panícula divide-se em ramos primários, secundários e, por vezes, terciários, que transportam as espiguetas. Os ramos podem estar dispostos individualmente ou aos pares. A panícula permanece ereta durante a floração, mas geralmente cai a medida que as espiguetas se enchem, amadurecem e

se desenvolvem em grãos. As variedades diferem muito no comprimento, forma e ângulo dos ramos primários, bem como no total da panícula (Morris, 1982). Segundo Guimarães et al. (2022) cada panícula pode conter de 70 a 300 sementes, de 5 a 11 milímetros de comprimento, com formas que variam entre oblonga, oblonga-estreita, arredondada ou recurvada.

Espiguetas

Espigueta é uma unidade da inflorescência. As espiguetas são constituídas pelo pedicelo e a flor que emergiram nos ramos primários e secundários (Tanaka et al., 2014; Manigbas et al., 2023). As espiguetas são formadas por dois pares de brácteas ou glumas, que envolvem a flor do arroz. Após a formação do grão, essa estrutura vai constituir a casca. O par inferior é rudimentar, sendo suas glumas denominadas lemas estéreis. As glumas do par superior denominam-se lema e pálea e ambas podem ter uma extensão filiforme denominada arista. As espiguetas ligam-se às ramificações das panículas por meio de pedicelos curtos (Guimarães et al., 2022).

Flor

A flor do arroz, chamada espigueta, é uma estrutura reprodutiva completa, pois reúne tanto os órgãos masculinos quanto os femininos, caracterizando a planta como hermafrodita (Tripathi et al., 2011; Fonseca et al., 2008). A flor encontra-se envolvida pelas glumelas e é considerada aclamídea, ou seja, não possui cálice nem corola, mas apresenta um perianto reduzido denominado lodículas, de aspeto transparente. O órgão masculino, denominado androceu, é formado por seis estames. Cada estame possui anteras bicelulares, responsáveis pela produção dos grãos de pólen, sustentadas por filamentos delgados. O ponto de união entre o filamento e a antera recebe o nome de conectivo. O órgão feminino, ou gineceu, é constituído por um ovário que contém um único óvulo, um estilete curto e dois estigmas plumosos. Esses estigmas apresentam variação de coloração, indo do branco ao violeta (Fonseca et al., 2008; Tanaka et al., 2014; Tripathi et al., 2011). Assim, a flor do arroz é uma estrutura simples, mas completa, adaptada à reprodução eficiente da planta, com androceu e gineceu bem definidos e protegidos pelas glumelas (Fonseca et al., 2008; IRRI, 1965; Tanaka

et al., 2014; Tripathi et al., 2011; Rost, 1997). A figura 4 apresenta os componentes de uma espiguetta de arroz.

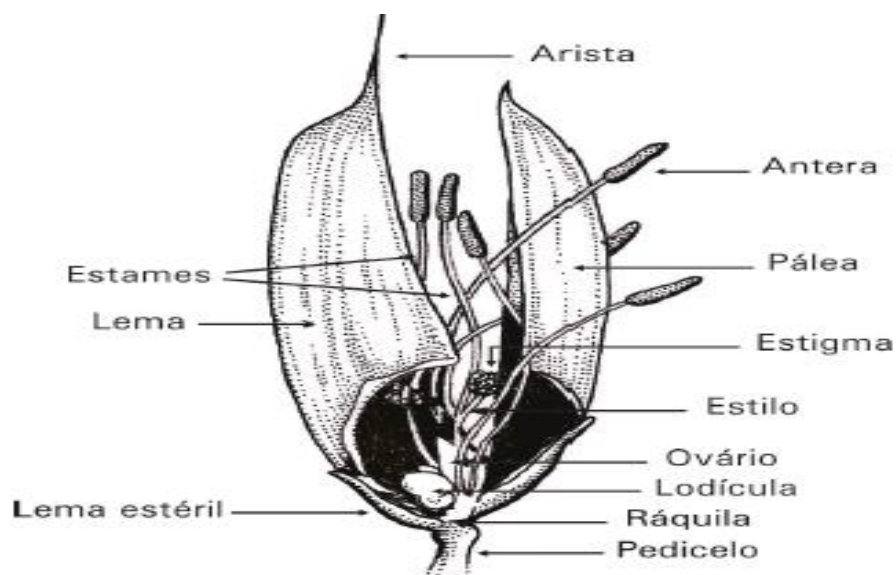


Figura 4: Componentes de uma espiguetta de arroz

Fonte: Manigbas et al, 2023; Tripathi et al., 2011; Santos &Santiago, 2014

Grão

O grão é a semente da planta do arroz, um óvulo fertilizado e maduro contendo um embrião vivo capaz de germinar e produzir uma nova planta. É composto pelo ovário maduro, lema e pálea, ráquis, lemas estéreis e arista (Tanaka et al., 2014). Segundo IRRI (1965) & Tripathi, (2011), o grão sem casca denomina-se cariopse ou fruto-semente, o qual está protegido também pelo pericarpo, película das paredes do ovário, que é onde se encontram os pigmentos responsáveis pela coloração vermelha dos genótipos de arroz vermelho e preto. O pericarpo divide-se em epicarpo, mesocarpo e endocarpo e apresenta sulcos longitudinais que correspondem à posição das nervuras, devido à pressão exercida pelas glumelas sobre o fruto-semente durante o seu desenvolvimento. A extremidade da cariopse é levemente oblíqua, refletindo o maior comprimento da lema em relação à pálea. Sua superfície apresenta delicadas cristas que se alinham com as estruturas correspondentes dessas brácteas, revelando a íntima conexão entre a morfologia da flor e do grão.

O embrião, isto é, uma planta em miniatura, resulta também da fusão do óvulo com o grão de pólen e que após a germinação dá origem a uma nova planta, localiza-se no lado

ventral da espiguetta, junto à lema. O embrião contém as folhas embrionárias, plúmula, e a raiz embrionária, radícula. A plúmula encontra-se encerrada em uma casca macia e comprida, coleóptilo, e a radícula está envolvida na coleorriza. O endosperma consiste principalmente de grânulos de amido agregados à proteína. Também contém açúcares, gorduras, fibras e matéria inorgânica. (Tripathi, 2011; Fonseca et al., 2008; IRRI, 1965). Na figura 5 estão representados os componentes da semente do arroz.

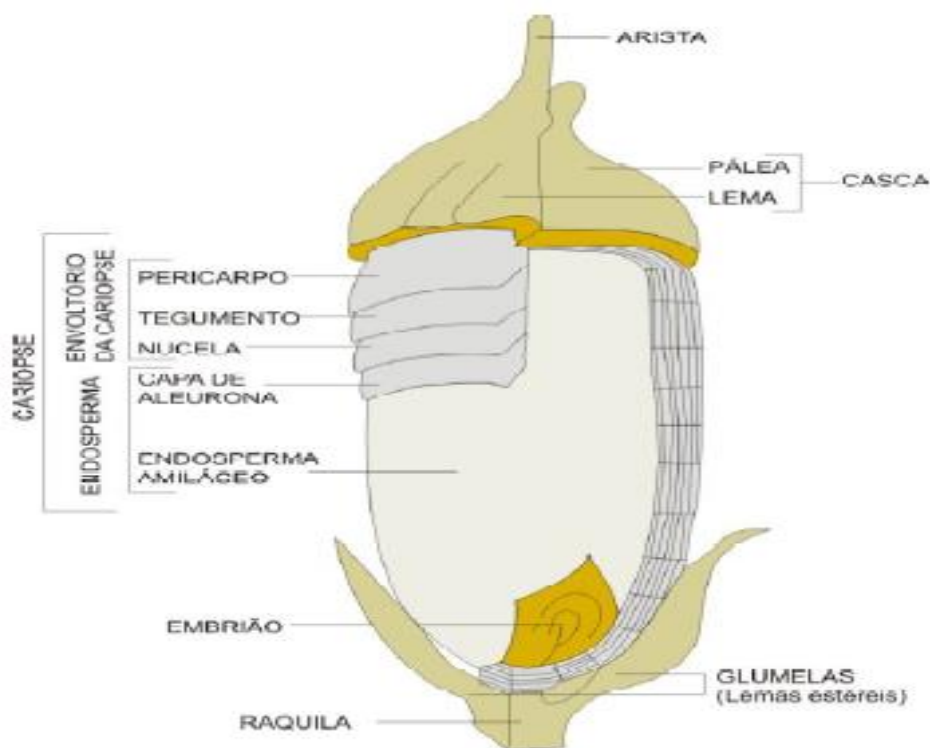


Figura 5: Componentes da semente de arroz.

Fonte: Neto, 2015; Tripathi et al., 2011; Fonseca et al., 2008; IRRI, 1965

Plântula

O estágio de desenvolvimento da plântula vai da germinação até a iniciação do primeiro perfilho. O crescimento inicial da plântula depende principalmente da reserva da semente, ou seja, dos nutrientes acumulados no endosperma. A plântula alimenta-se do endosperma até a emergência da terceira folha (Guimarães et al., 2022). A planta de arroz completa seu ciclo geralmente entre três e seis meses, da germinação ao amadurecimento, dependendo a duração do ciclo da cultivar e das condições ambientais.

O crescimento da planta de arroz pode ser dividido em três fases principais: vegetativa, reprodutiva e maturação. (IRRI, 1965; Morris, 1982; Tripathi et al., 2011 & Guimarães et al., 2022).

A fase vegetativa estende-se da germinação à iniciação do primórdio floral. Para uma cultivar de 130 a 135 dias de ciclo, em clima tropical, ela dura em geral cerca de 65 a 70 dias e é a fase mais variável, em função das condições climáticas e do ciclo da planta.

A fase reprodutiva estende-se da iniciação do primórdio floral à plena floração. Tem duração relativamente constante, sendo necessários normalmente 35 dias em condições tropicais. A fase de maturação também é pouco variável e estende-se da floração à maturação completa. Esta fase em clima tropical, dura de 30 a 35 dias (Tripathi et al., 2011 & Guimarães et al., 2022).

A fase de amadurecimento começa na fecundação e continua através do enchimento e amadurecimento dos grãos, durante aproximadamente 25-35 dias, independentemente da variedade. Segundo Morris, (1982) o enchimento dos grãos ocorre à medida que nutrientes e água são transportados de uma parte da planta para outra; o processo é afetado pela disponibilidade de água e nutrientes bem como pela temperatura. O enchimento e amadurecimento dos grãos podem ser divididos em quatro estágios:

a) *Estágio do leite ou estágio de grão leitoso*: o endosperma começa a formar-se como um líquido leitoso, que pode ser espremido pressionando o grão entre os dedos. O arroz neste estágio é muito suscetível ao ataque de pragas de insetos; (Morris, 1982 & Tripathi et al., 2011);

b) *Estágio de massa ou estágio de grão pastoso*: o líquido leitoso começa a solidificar em uma pasta branca pegajosa e depois em uma pasta dura (Morris, 1982 & Tripathi et al., 2011). As pragas de pássaros, em geral, começam a ser um problema sério nesta altura; (Morris, 1982);

c) *Estágio de maturação*: o grão é considerado maduro quando o endosperma se torna duro e opaco. Durante este processo, as folhas da planta começam a amarelar, pois o nitrogênio é transferido das folhas para a semente. A maturidade plena é alcançado quando mais de 90% dos grãos nas panículas estão maduros. Os grãos naturais geralmente passam por uma mudança de cor, adquirindo tonalidade marrom-dourado; (Morris, 1982 & Tripathi et al., 2011);

d) Estágio de amadurecimento excessivo: se os grãos não forem colhidos a tempo, as partes vegetativas da planta como o caule, folhas e raízes começam a morrer. Com isso, os grãos excessivamente maduros acabam se desprendendo das panículas e caindo para ao solo por desgranamento (Morris, 1982).

3.7.2. Fatores climáticos determinantes para a cultura do arroz

Os principais fatores climáticos que influenciam para o bom da cultura do arroz são a temperatura do ar, o fotoperíodo e a precipitação.

De acordo com Santos e Santiago, (2014) a quantidade de radiação solar requerida pela cultura do arroz está associada ao estágio de desenvolvimento da planta. As faixas de temperaturas ideais variam de 20°C a 35°C, sendo a de 30°C a 33°C adequada para a fase de floração e a de 20°C a 25°C para a fase de maturação. Temperaturas muito elevadas (acima dos 35°C) as flores não formam sementes. Se as temperaturas forem muito baixas (abaixo de 15°C) o crescimento é lento e as plantas deixam de florir (Zingore et al., 2014).

A produção de arroz em regime de sequeiro é dependente do regime pluvial, sendo a falta de precipitação mais prejudicial no estágio de florescimento e enchimento de grãos, podendo comprometer a produtividade (Neto, 2015).

3.7.3. Solos

O cultivo do arroz apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo, com preferência por aqueles que possuem elevada capacidade de retenção hídrica. Solos argilosos enriquecidos com matéria orgânica são considerados os mais adequados, embora solos com elevado teor de limo também ofereçam condições favoráveis. Já os solos arenosos, devido à sua limitada capacidade de retenção de água, apresentam restrições consideráveis para a cultura do arroz (Zingore et al., 2014).

A escolha do local para o cultivo deve priorizar áreas adjacentes a corpos hídricos, visando garantir um nível de umidade ideal durante o ciclo de produção. A disponibilidade de água é indispensável desde o período de transplante das mudas até a fase de maturação. Os terrenos ideais incluem solos permanentemente húmidos e superfícies planas ou com gradiente leve. Deve-se evitar áreas com irregularidades topográficas acentuadas, que podem comprometer a uniformidade da irrigação e o manejo agrícola (JICA, 2021).

De acordo com o autor Zingore et al. (2014), o arroz desenvolve-se melhor em solos com pH ente 6 e 7, ou seja, solos de pH quase neutro, nem muito ácidos nem muito alcalinos. Contudo, o arroz da zona baixa pode ser cultivado em solos com valores de pH entre 4 e 8. O pH do solo torna-se mais importante no caso do arroz da zona alta. Nestas condições, quando o pH é muito baixo (muito ácido), existe o risco de toxicidade por alumínio e de baixa disponibilidade de fósforo (o fósforo é essencial para o desenvolvimento da raiz e afilamento da planta do arroz). Na produção do arroz irrigado da planície, em que os solos se encontram submersos por longos períodos de tempo, o pH não costuma ser um problema.

3.7.4. Seleção de variedades

A seleção das variedades ocorre em função dos objetivos da produção do arroz e dos fatores que podem ser limitantes tais como: ecossistema agrícola, volume de precipitação, temperatura e condições do solo, entre outros. Para as regiões onde o volume da precipitação é menor e o objetivo principal da produção é consumo doméstico, são recomendáveis as variedades de ciclo precoce (JICA, 2021).

Segundo Morris, (1982) a seleção das melhores sementes é essencial para garantir uma cultura produtiva e saudável. O uso de sementes de alta qualidade resulta em plântulas vigorosas, com maior resistência a fatores adversos e capacidade de recuperação rápida após o transplante. Além disso, sementes bem selecionadas possibilitam um crescimento radicular mais acelerado, permitindo que as plântulas absorvam nutrientes do solo de forma eficiente, favorecendo o desenvolvimento uniforme da cultura.

A escolha criteriosa das sementes também contribui para uma germinação homogênea, evitando falhas na emergência das plântulas e facilitando um planeamento preciso da quantidade necessária para a plantação, reduzindo desperdícios e garantindo uma distribuição adequada na área cultivada. Morris enfatiza que a utilização de sementes geneticamente puras é fundamental para assegurar a qualidade da produção, sendo recomendável adquiri-las de fontes confiáveis, como o Ministério da Agricultura ou organizações agrícolas internacionais especializadas.

Uma semente de arroz de qualidade deve estar livre de impurezas e contaminantes que possam comprometer o crescimento da cultura. Para isso, é indispensável que esteja isenta de ervas daninhas, doenças e pragas, além de não conter matéria inerte, como palha, grãos

vazios, cascalhos e sementes partidas, que podem comprometer a densidade desejada e afetar a uniformidade do cultivo. A correta seleção das sementes, conforme os critérios recomendados, é um dos fatores determinantes para a obtenção de produções mais elevadas e arroz de qualidade (Morris, 1982).

3.8. Cultivo do arroz

O cultivo do arroz pode ser realizado por diferentes sistemas, que se distinguem pelos métodos e épocas de preparação do solo, pela forma de sementeira e pelo manejo inicial da água. Quando as sementes são distribuídas diretamente no solo, seja na forma seca ou pré-germinada, distribuídas a lanço ou em linhas, em solo seco ou previamente inundado, o ciclo da cultura tende a ser mais curto, permitindo que os grãos atinjam a maturação entre sete e dez dias antes do que no sistema de transplante. Neste último, as plântulas são inicialmente cultivadas em viveiros e, posteriormente, transplantadas para o campo definitivo (Santos & Santiago, 2014). O arroz semeado diretamente no solo inicia o desenvolvimento logo no campo definitivo, sem passar pela fase de viveiro. Isso elimina atrasos e evita o estresse do transplante, fazendo com que o ciclo da cultura seja mais curto. Por essa razão, os grãos atingem a maturação cerca de sete a dez dias antes em comparação com o sistema de transplante, no qual as plântulas precisam de tempo adicional para crescer no viveiro e se readaptar após serem levadas ao campo.

3.8.1. Sistemas de cultivo

Em geral, o arroz é cultivado em diferentes tipos de sistemas de cultivo sendo o mais comum os sistemas de cultivo do arroz de terras altas, o arroz de terras baixas, e o arroz de terras baixas irrigado (Haider et al., 2022).

Arroz de Terras Altas / Arroz de Sequeiro

O arroz de sequeiro, também conhecido como arroz de terras altas, é cultivado em áreas sem irrigação artificial, dependendo exclusivamente da precipitação pluvial para seu desenvolvimento. Este sistema é especialmente indicado para regiões com regime de chuvas regular e bem distribuído ao longo do ciclo da cultura.

Entre as principais vantagens, destaca-se o menor custo de produção, uma vez que não requer infraestrutura de irrigação. No entanto, apresenta limitações importantes, como a menor produtividade média, que varia entre 0,5 t/ha e 1,3 t/ha, conforme relatado por Akintayo & Sizi (s/data). Além disso, o cultivo está sujeito a elevado risco de estresse hídrico e maior competição com plantas daninhas, fatores que podem comprometer o desempenho agrônomico da cultura.

Segundo PNA (2022), em Moçambique recomenda-se a realização da plantação do arroz neste regime no período de 1 de setembro a 31 de dezembro, desde que o solo esteja com umidade suficiente para a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas. Deve evitar-se a plantação antecipada para diminuir o risco de se estabelecer baixa população e para que a colheita não ocorra em época chuvosa. Por outro lado, o plantio tardio favorece o aparecimento de brusone, que é uma doença importante na cultura do arroz. (Marcolan et al., 2008). A plantação pode ser realizada de duas formas: a lanço ou em linha. Nos dois modos, recomenda-se o uso de 80 a 100 kg de sementes viáveis por hectare. Essa quantidade deve-se ao facto de que, na sementeira direta consome mais sementes porque muitas delas não chegam a germinar ou são perdidas no campo devido a fatores como pragas, clima e competição com ervas daninhas. Já no viveiro, as sementes são colocadas em condições controladas, com maior taxa de germinação e aproveitamento, e apenas as mudas fortes são transplantadas. Por isso, o viveiro precisa de menos sementes, enquanto a sementeira direta compensa as perdas usando uma quantidade maior.

Para isso, na plantação em linhas, deve regular-se a plantadora com 17-20 cm entre linhas e a libertação de 50 a 60 sementes viáveis por metro linear. No caso de sementeira a lanço, deve-se lançar cerca de 350 sementes por metro quadrado. As sementes devem ser semeadas ou incorporadas a uma profundidade de 2 cm. Após a sementeira a lanço a semente é coberta com recurso a maquinaria agrícola, (Abreu & Santiago, 2018; Zingore et al., 2014).

Arroz de terras baixas/Arroz irrigado:

A investigação ao longo dos anos, segundo Akintayo & Sizi (s/data), mostrou e comprovou que o cultivo do arroz nas terras baixas é mais rentável em termos de produção por hectare. A maior vantagem das terras baixas em relação as terras altas é a sua maior fertilidade e a sua capacidade de reter água, o que as torna mais adequadas para o cultivo. As

terras baixas têm a capacidade de suportar dois ou mais ciclos de culturas de arroz num ano ou outras culturas, através de um ciclo de produção completo após uma cultura de arroz (Akintayo & Sizi, s/data). Trata-se de um sistema comum, especialmente em regiões onde há disponibilidade de água para irrigação. O arroz é cultivado em áreas alagadas, onde o solo é mantido saturado ou submerso durante boa parte do ciclo da cultura.

O aproveitamento de terras baixas para o cultivo de arroz apresenta diversas vantagens. Nessas áreas, é possível alcançar maior produtividade, principalmente devido ao eficiente controle da lâmina de água, que favorece o desenvolvimento da cultura e cria condições menos propícias à proliferação de plantas daninhas.

A principal limitação associada ao uso de terras baixas para o cultivo de arroz é o elevado consumo de água, essencial para manter a lâmina constante durante o ciclo da cultura. Além disso, há custo elevado com a infraestrutura de irrigação, que inclui canais, bombas, sistemas de drenagem e manutenção contínua, exigindo investimentos significativos para garantir eficiência e sustentabilidade. (Myfarm, 2024)

Para o cultivo de arroz em zonas baixas, a técnica de sementeira direta também conhecida como “sementeira a seco” pode ser realizada de duas formas: em linhas ou a lanço. Segundo Comercio et al. (1987), quando se faz sementeira em solo seco, as primeiras irrigações devem ser feitas de maneira que não seja formada lâmina de água até aos primeiros 20 dias após a germinação. A partir daí, deve-se manter uma lâmina de água, de acordo com o desenvolvimento das plantas, até um máximo de 15 cm.

Transplante

O transplante é um sistema de sementeira indireta, no qual o arroz é semeado inicialmente em viveiro, em solo bem preparado, e assim que as mudas atingem tamanho adequado, são levadas para o campo definitivo.

O transplante manual só é indicado para utilização em áreas menores ou onde se tenha disponibilidade de mão-de-obra. Para transplantar manualmente um hectare é necessário o equivalente ao trabalho diário de 30 a 40 homens. Esse sistema compreende as fases de produção de mudas e de transplante (Santos & Santiago, 2014).

Produção de mudas

Para o transplante manual, as mudas são produzidas em canteiros que devem situar-se próximos do local definitivo de plantação, onde haja facilidade de irrigação por inundação, drenagem e protegido do ataque de animais. Inicialmente, o solo é preparado e adubado adequadamente. A seguir, são construídos os canteiros, medindo 5 a 10 cm de altura por 1 a 1,50 m de largura. O comprimento varia de acordo com a quantidade de mudas desejada. Os canteiros devem estar nivelados de forma a permitir uma lâmina de 1 a 2 cm de água após a sementeira. Um canteiro, ou vários, com área de 300 a 500 m² pode receber de 40 a 50 kg de sementes e pode produzir mudas em número suficiente para um hectare. A sementeira pode ser feita em linhas ou a lanço. No método em linhas, deve-se usar o espaçamento de 10 a 15 cm e 100 a 150 sementes por metro quadrado para facilitar o arranque das mudas, por ocasião do transplante, e reduzir os danos causados às raízes (Santos & Santiago, 2014).

Cinco dias após a sementeira, o canteiro deve ser inundado, procurando-se manter uma lâmina de, aproximadamente, um centímetro de água. Com o desenvolvimento das plântulas, a lâmina de água deve ser aumentada até cinco centímetros de altura para propiciar o controle de plantas daninhas. É recomendável que a sementeira seja drenada periodicamente para estimular a produção de mudas vigorosas. A inundação do solo com quantidade excessiva de água, durante longo período, produz mudas altas e débeis, que não recuperam com facilidade após o transplante. Por ocasião do arranque das mudas, o viveiro deve estar inundado a fim de tornar o solo mais brando e facilitar a sua extração. As mudas de arroz são tenras nesta idade e os colmos podem romper-se se manejadas bruscamente. Os danos nas raízes ou colmos prolongam o ciclo, reduzem o afilhamento e, conseqüentemente, diminui a produtividade de grãos. Após o arranque, as mudas são separadas, selecionadas, lavadas em água corrente e agrupadas em feixes de tamanho conveniente, facilitando o manejo durante o transplante (Santos & Santiago, 2014).

De acordo com Zingore et al. (2014) a transplantação em linha tem muitas vantagens em relação à transplantação ao acaso: facilita a monda de plantas infestantes e a aplicação de fertilizante, a aplicação de herbicidas e inseticidas e é também mais fácil manter a densidade da plantação ideal. Para se obterem linhas de plantação retas e com um espaçamento correto entre elas pode utilizar-se um método de demarcação de linhas à base de arame, corda ou madeira.

Transplante das mudas

O transplante deve ser realizado imediatamente após a recolha, preferencialmente no mesmo dia, para evitar o estresse das plântulas. As mudas devem ser plantadas em solo saturado e, de preferência, com uma pequena lâmina de água que aumentará de acordo com o crescimento das plantas até o máximo de 15 cm. Esta lâmina deve ser mantida até que a maior parte dos grãos tenham passado da fase leitosa para pastosa (Comercio et al., 1987). Para o transplante mecanizado, as mudas são produzidas em caixas apropriadas de madeira ou plásticas, com fundo perfurado e com 5 cm de altura. O comprimento e a largura das caixas deve estar de acordo com a transplantadora a ser usada. Em geral, essas dimensões são de 60 cm de comprimento e 30 cm de largura. São necessários cerca de 120 a 130 caixas para transplantar um hectare, com possibilidade de reutilização a cada 20 dias (Santos & Santiago, 2014).

3.8.2. Práticas Culturais

Preparação do solo para o cultivo do arroz

A preparação do campo é uma tarefa muito importante para determinar o ambiente de crescimento das plantas de arroz e a qualidade do campo tem influência direta na qualidade das plantas e no seu rendimento (JICA, 2014).

O arroz de sequeiro é cultivado não só em solos planos, como também em colinas e terrenos inclinados. Os trabalhos de preparação do campo, seja em área existente de cultivo ou em novas áreas desbravadas, iniciam-se com a remoção de ervas daninhas ou dos restos da cultura anterior e em seguida é realizada a primeira e segunda lavouras (gradagem de destorroamento e de nivelamento). Estes trabalhos são realizados manualmente (com o uso de enxada), com o uso da força animal (bovinos, equinos, etc.), ou com o uso de máquinas agrícolas como tratores (JICA, 2021).

De acordo com Santos & Santiago (2014) no cultivo de arroz irrigado são distintos dois sistemas de preparação: o do solo seco e do solo inundado.

Na preparação de solo seco, o solo deve ser arado e gradeado a pelo menos 20 cm de profundidade, a fim de o deixar destorroado para facilitar uma sementeira uniforme e a germinação das sementes, bem como para controlar as plantas daninhas. Normalmente uma

lavoura e 2 gradagens são suficientes para deixar o solo em boas condições para a sementeira (Comercio et al., 1987).

No caso da preparação do terreno para transplantação, o preparo do solo consiste na inundação, na aração e, por fim, no nivelamento da área com lâmina traseira e, ou, com grade niveladora. Esta mobilização leve   seguida de “puddling”. “Puddling” significa poças que se fazem com o objetivo de criar uma camada compacta para reduzir a perda de água por percolação até o lençol freático. Este tipo de lavoura em solo alagado é particularmente eficaz em solos argilosos (Zingore et al. 2014; Santos & Santiago, 2014; JICA, 2021).

Adubação

O plano de fertilização para a cultura do arroz deve ser orientada pela análise de solo, que permite identificar as necessidades nutricionais específicas da área cultivada, tanto a adubação de fundo quanto as aplicações em cobertura. No que respeita à adubação de fundo, normalmente é realizada com adubos formulados contendo os macronutrientes nitrog nio, fósforo e potássio (NPK). A recomendação geral   aplicar a mistura de NPK no sulco, por ocasião da plantação. Para o arroz, o nitrog nio é mais importante nas etapas de afilhamento e de emborrachamento (Scolari et al., 1996). De acordo com a JICA, (2014), o volume de fertilizante azotado ureia são de 2-3 sacos, cerca de 100 a 150kg/ha. O fertilizante azotado deve ser aplicado no início da fase de crescimento, para aumentar o número de panículas por cova. A aplicação deste nutriente deve ser feita em 3 fases:

i) Primeira aplicação, 35% da dose total (52,5 kg de ureia no estado de 4 a 5 folhas, isto é, início do afilhamento aproximadamente 20 a 25 dias apos a sementeira;

ii) Segunda aplicação com mais 35% da aplicação da dose total 52,5 kg de ureia, 30 a 35 dias apos a sementeira, isto é, durante o afilhamento ativo ou 10 dias apos a primeira aplicação de fertilizante;

iii) Terceira aplicação de fertilizante restante 30% (45 kg de ureia), 65 a 70 dias após a sementeira, isto é, na fase de emborrachamento (30 a 35 dias após a segunda aplicação de ureia) (JICA, 2014).

Gestão de infestantes

Segundo Vasconcelos et al. (2020), as infestantes representam o principal fator de perdas na cultura do arroz, exigindo dos orizicultores grande parte dos seus recursos financeiros e tempo para o seu controle. O grau de infestação pode comprometer significativamente o rendimento da lavoura, afetando diretamente a produtividade em toda a área cultivada.

Essas plantas daninhas competem de forma agressiva com o arroz por, luz, água e nutrientes, resultando em redução expressiva do potencial produtivo. Estima-se que cada 1 kg de matéria seca de infestante corresponde a uma perda equivalente de 1 kg de grãos de arroz, evidenciando o impacto direto sobre o rendimento da cultura (IRRI, 2015). As perdas mais acentuadas ocorrem nos primeiros 20 a 50 dias após o estabelecimento da cultura, período crítico em que o arroz ainda está em fase de desenvolvimento inicial e mais vulnerável à competição. De acordo com Sarwar et al. (2022), as infestantes são reconhecidas como uma das principais limitações à obtenção de altas produtividades, sendo imprescindível o seu manejo eficiente para garantir o sucesso da produção. A flora infestante do arroz é dominada por espécies monocotiledóneas, sobretudo da família *Poaceae*, como *Echinochloa* spp. e *Oryza sativa* var. *sylvatica*. Também são frequentes representantes das famílias Cyperaceae (*Cyperus* spp.) (Vasconcelos et al, 2020). Os manuais técnicos de produção de arroz em clima tropical, como os publicados pelo IRRI, 2015 e Vasconcelos et al, 2022 destacam que estas mesmas espécies são igualmente abundantes em regiões tropicais, onde competem de forma agressiva com o arroz e constituem uma das principais limitações à obtenção de altas produtividades. A figura abaixo apresenta algumas das espécies infestantes mais comuns encontradas nas áreas de cultivo de arroz.



Figura 6: Arroz selvagem; Cyperus; Gramínea; Gramínea
Fonte: Vasconcelos et al., 2020

O controle de plantas daninhas consiste na adoção de práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na sua completa eliminação. Tem como objetivos evitar perdas de produção devido à competição, beneficiar as condições de colheita e evitar o aumento da infestação das plantas daninhas na área. No controle de plantas daninhas não se deve usar apenas um método, mas um conjunto de práticas que produzam maior eficiência no controle e reduzam seus custos (Scolari et al., 1996). As estratégias mais usadas para o controle de infestantes incluem a monda manual, sacha manual e controle preventivo, o controle químico. (FAO, 2017)

Controlo de pragas e doenças

Pragas

O arroz pode ser atacado por muitas espécies de pragas desde a plantação até a colheita. Todas as partes da planta de arroz podem ser danificadas, mas a maioria das espécies apresenta pouca importância económica. Para o seu controlo é necessária a identificação das espécies e um diagnóstico preciso do dano causado pela praga para estimar o potencial desse dano. É muito importante associar corretamente o dano ao seu agente causal e o estágio fenológico da planta em que a praga ocorre (Santos & Santiago, 2014). No que respeita às pragas destaca-se o efeito provocado pelo ataque de ratos e das aves.

Os ratos, *Rattus rattus* L. e as ratazanas, *Rattus norvegicus*, podem representar um grande problema de pragas e podem ser extremamente difíceis de controlar. Há dois tipos de ratos: um de grande porte que pode atingir até 18 kg e que causa grandes danos ao arroz por se alimentar da base dos colmos. O outro é o rato pequeno que ataca o arroz em todos os estágios de crescimento. São extremamente difíceis de controlar. Uma das formas de controlar é destruindo seus ninhos (Morris, 1982). A presença de ratos pode causar prejuízos significativos, seja pelo consumo direto das sementes no momento da sementeira, seja pela destruição das plântulas já germinadas, que são arrancadas durante a busca por alimento. Podem ainda arrancar mudas recém-transplantadas, deixando as respetivas covas vazias. Os ratos cortam ou dobram a filhotes mais velhos para chegar à panícula em desenvolvimento, ou, quando a cultura está madura, para comer as espiguetas já maduras.

Para o controlo destas pragas é conveniente manter os diques, as áreas internas e adjacentes dos arrozais livres de plantas daninhas e evitar a acumulação de qualquer material que lhe possa servir de abrigo. Aconselha-se também evitar o escalonamento na plantação. Pode ainda recorrer-se ao controlo químico através da aplicação de raticidas.

No contexto dos danos causados por aves à cultura do arroz, destacam-se como as mais prejudiciais as seguintes espécies: o pássaro preto, *Agelaius ruficapillus* (Emberizidae); o papa-arroz, *Sporophila superciliaris* (Fringilidae); vira, *Aaptus chopi*; pardal, *Passer domesticus* (Ploceidae); anu, *Crotophaga ani* (Cuculidae).

Durante a fase reprodutiva do arroz, os pássaros causam severos prejuízos. Na fase leitosa do arroz sugam os grãos. Na fase vítrea ou mais endurecidos, descascam o grão antes de engolir. Danos mais graves poderão ocorrer em áreas de arroz localizadas num raio de 200 metros de bosques, arbustos e além de comerem os grãos, os pássaros quebram os colmos das plantas e causam a desgrana (Santos, 2006).

Muitos agricultores estão bem cientes do problema das aves e confiam nos métodos tradicionais de prevenção e controlo. Isto inclui aparelhos para espantar aves (feito de paus, linhas, lata com pedrinhas, laço e armadilhas) (Morris, 1982). Nos países africanos onde a rizicultura é praticada, existe o costume de espantar as aves. Durante o período de colheita do arroz, é comum observar a presença de estruturas improvisadas utilizadas para vigilância contra pássaros, que tendem a concentrar-se nos campos de arroz nas primeiras horas da manhã e até ao final do dia. Essas cabanas, estrategicamente posicionadas nas áreas de produção, permitem que os agricultores monitorem e espantem as aves que representam uma ameaça à colheita. A permanência constante dos vigilantes ao longo do dia é essencial para minimizar o impacto dessas aves na produtividade, garantindo a preservação da colheita e minimizando prejuízos económicos (JICA, 2021).

Doenças no arroz

O arroz, durante todo seu ciclo, é afetado por doenças que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. A incidência e a severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável ao seu desenvolvimento e da suscetibilidade da cultivar. Mais de 80 doenças causadas por patógenos, incluindo fungos, bactérias, vírus e nematóides que afetam o arroz foram registadas na literatura (Santos & Santiago, 2014).

As doenças do arroz representam uma grande ameaça para a produção de arroz. A gravidade da doença varia desde danos não detetados até a destruição completa de uma cultura (Groth & Lee, 2003). A seguir, são destacadas as principais doenças de importância econômica que afetam a cultura do arroz irrigado em regiões tropicais, com ênfase na Brusone, Mancha-Parda e Mancha dos Grãos.

A Brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea*, é a doença do arroz mais expressiva que provoca perdas significativas na produtividade das cultivares suscetíveis, quando as condições ambientais são favoráveis. Os prejuízos são variáveis, sendo maiores em arroz de terras altas, onde, em situações mais drásticas, as perdas podem chegar a 100% (Santos et al., 2006). O agente causal da brusone é originalmente denominado *Pyricularia oryzae*. No que respeita aos sintomas da brusone, manifesta-se inicialmente nas folhas com pequenos pontos castanhos que aumentam e formam as lesões típicas, as quais são elípticas (Figura 7). Essas lesões aumentam em tamanho e em número, podendo se juntar, queimar e provocar a morte das folhas e, muitas vezes, da planta. As infecções ocorrem ainda na aurícula e lígula da folha bandeira, nos nós e colmos, apresentando-se com manchas castanhas, podendo causar necrose total da parte atingida, impedindo a circulação da seiva e produzindo panículas com grãos chochos. A infecção do nó da base da panícula é conhecida como brusone do pescoço. Os grãos das panículas atacadas logo após a emissão até a fase de grão leitoso serão totalmente chochos (Marcolon, 2008; Lobo & Filippi, 2017).

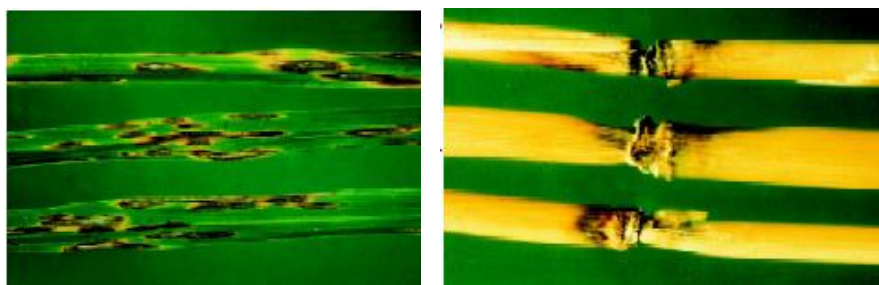


Figura 7: Brusone nas folhas e brusone nos nós da panícula

Fonte: Santos et al., 2006.

Todas as fases do ciclo da doença são altamente influenciadas pelos fatores climáticos. A deposição de orvalho ou gotas de chuva nas folhas é essencial para a germinação dos conídios e para o início da infecção. De maneira geral, são necessárias altas temperaturas,

entre 25 °C e 28 °C, e humidade superior a 90%, para o desenvolvimento da enfermidade (Lobo & Filippi, 2017). A principal fonte de infeção é a utilização de sementes infetadas e restos da cultura. No seu controlo recomenda-se uma gestão integrada que envolve o uso de cultivares resistentes, fungicidas e práticas culturais adequadas, como uma boa preparação do solo; adubação equilibrada. A proteção contra a brusone na panícula é feita de forma preventiva, por meio de pulverizações com fungicidas sistémicos, sendo feita uma aplicação no final do período de emborrachamento (Lobo e Filippi, 2017; Marcolon, 2008).

A Mancha-Parda, causada pelo fungo *Drechslera oryzae*, é uma doença comum no arroz e é a principal causa das manchas dos grãos, tanto em arroz irrigado como em terras altas. Afeta a emergência das plântulas nas lavouras semeadas mais cedo, em Outubro, e as plantas adultas próximas da maturação. A doença afeta o coleoptilo, as folhas, bainhas, ramificações das panículas, glumelas e os grãos. O fungo causa lesões castanhas circulares ou ovais no coleoptilo, durante a emergência das plântulas. Os sintomas tornam-se evidentes nas folhas logo após a floração e, posteriormente, nas glumelas e nos grãos. A Figura 8 ilustra os sinais de mancha-parda na planta do arroz (Marcolon et al., 2008; Santos et al., 2006).

A doença pode ser provocada por sementes infetadas. O fungo localiza-se internamente e causa descoloração e enrugamento do grão descascado. O principal fator que influencia a incidência da mancha-parda no cultivo irrigado é a baixa fertilidade do solo, com baixos níveis de adubação, especialmente em potássio, magnésio, cálcio, manganês, silício e ferro.

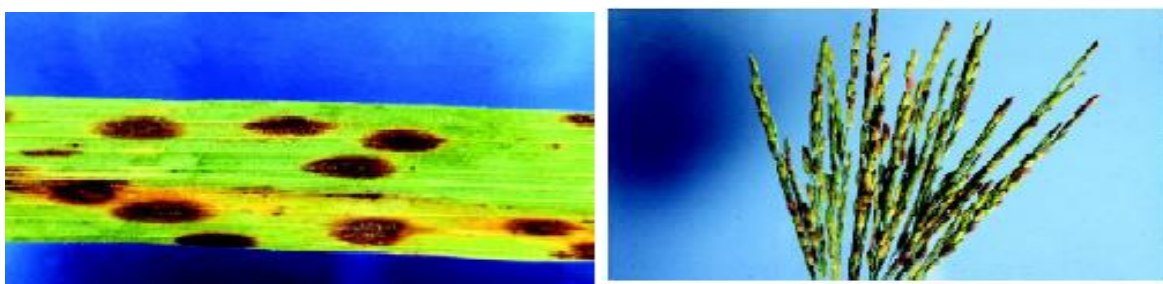


Figura 8: Mancha-parda nas folhas e mancha-parda (lesões) nas espiguetas.

Fonte: Santos et al., 2006.

O controlo da doença envolve o uso de variedades resistentes, rotação de culturas, espaçamento adequado, adubação equilibrada e, se necessário, aplicação de produtos antifúngicos. A prevenção e o controle são essenciais para evitar perdas na produção e

garantir qualidade dos grãos. Segundo Santos et al. (2006), o tratamento de sementes com fungicidas reduz o inóculo inicial.

No que respeita à mancha dos grãos, causada pelo patógeno *Bipolaris oryzae*, esta aparece desde o início da emissão das panículas até o seu amadurecimento (Figura 9). A intensidade dos sintomas varia com as condições climáticas. (Lobo & Filippi, 2017). As manchas causadas por *Bipolaris oryzae* são de coloração marrom-avermelhada. Outro agente causal, *Phoma sorghina*, provoca uma forma de lente, com centro esbranquiçado e bordas castanhas.

O desenvolvimento da doença é favorecido pela ocorrência de chuva e humidade elevada durante a formação dos grãos. A acama, que provoca o contato das panículas com o solo húmido, contribui para a descoloração dos grãos e os danos causados por insetos predispõem à infeção por microrganismos (Lobo & Filippi, 2017).

Como métodos de controlo desta doença aconselha-se o tratamento das sementes com fungicidas e uma plantação em que a fase do preenchimento dos grãos não coincida com períodos chuvosos (Lobo & Filippi, 2017).



Figura 9: Sintomas de mancha nos grãos em arroz.
Fonte: Lobo & Filippi, 2017

A gestão integrada de doenças requer um conjunto de medidas preventivas, cujos componentes são a resistência genética da cultivar, as práticas culturais e o controle químico, tendo por objetivo o aumento da quantidade e da qualidade do produto pela redução da população do patógeno a níveis toleráveis.

Em resumo, para controlar os danos pelas pragas e doenças, é muito importante: fazer o uso de variedades resistentes, proceder à desinfecção das sementes, usar sementes e mudas não infetadas, proceder à monda da área, seguir as técnicas de cultivo, a densidade das plantas recomendadas e realizar a rotação de culturas etc. (JICA, 2021).

3.9. Colheita

A colheita na época certa é muito importante para maximizar a produtividade e a qualidade dos grãos. Culturas colhidas muito cedo terão muitos grãos não preenchidos e imaturos. Os grãos imaturos quebram facilmente quando moídos e não germinam. Se as colheitas forem feitas tardiamente ocorrerão grandes perdas por estilhaçamento e ataque de pássaros. A qualidade também diminuirá devido ao desgaste dos grãos, resultando em quebra e degradação devido a coloração indesejada dos grãos (IRRI, 2015).

A colheita do arroz pode ser feita nas formas manual, semi-mecanizada e mecanizada.

Colheita manual

A colheita manual do arroz é realizada com o uso de facas afiadas ou foices, além de ferramentas tradicionais de debulha, como as debulhadeiras. Esse método é mais comum em pequenas áreas de cultivo, exigindo cerca de dez dias de trabalho por hectare para um trabalhador. Além do corte, que normalmente é feito com auxílio de uma ferramenta, outras operações, como a recolha e o trilhamento, são realizadas manualmente. À medida que as plantas vão sendo cortadas em pequenos feixes, são amontoadas transversalmente sobre os combros, de modo a que as panículas não fiquem em contato com o solo e permaneçam expostas ao sol. Os feixes devem ser colocados num mesmo sentido, a fim de facilitar a recolha e transporte para o local de trilhamento. O trilhamento é realizado em caixotes ou bancas, e consiste em golpear as panículas até o desprendimento dos grãos (Santos et al., 2006).

O IRRI (2015), recomenda a maximização da qualidade dos grãos garantido que i) as panículas não toquem o solo ou fiquem submersas em água; ii) minimizar o tempo que as panículas cortadas permanecem em grandes feixes no campo; iii) a debulha em até 24 horas após o corte; iv) secar os grãos o mais rapidamente possível após a debulha.

Colheita semi-mecanizada

Neste método, pelo menos uma das etapas do processo é feita manualmente. Geralmente, o corte e a recolha das plantas são operações manuais e o trilhamento é feito mecanicamente, utilizando-se trilhadoras estacionárias (Santos et al., 2006; Fonseca e Silva, 1996).

Colheita mecanizada

A colheita pode ser realizada por diversos tipos de máquinas, desde as de pequeno porte, tracionadas por trator, até as colhedoras automotrizes, dotadas de barra de corte de até 6 metros de largura, as quais realizam, em sequência, as operações de corte, recolha, trilhamento e limpeza. Algumas delas dispõem de mecanismo que permite o ensacamento dos grãos (Fonseca e Silva, 1996; Santos et al., 2006).

No que respeita às máquinas de colheita, existem no mercado diferentes tipos de máquinas para colheita do arroz como as ceifadoras, as trilhadoras e as colhedoras. As colhedoras de arroz, colhem e trilham as plantas numa única operação. As máquinas especiais para colheita em terrenos de baixa sustentação, como os de lavouras irrigadas, são equipadas com pneus arroseiros ou com pneus duplados, de maior superfície de contato com o solo, ou com esteiras. Podem ser automotrizes ou montadas e acionadas pelo trator. São caracterizadas por possuírem mecanismos de: i) corte e alimentação de plantas; ii) trilhamento; iii) separação; iv) limpeza; v) transporte e armazenamento de grãos; e de outros componentes especiais para garantir boa operação nas variadas condições de cultivos (Santos et al., 2006).

A época mais adequada para a colheita do arroz é estabelecida quando a humidade dos grãos estiver entre 20-22%, o que normalmente ocorre cerca de 30 dias após a floração e 80 a 85% dos grãos apresentarem coloração palha, os grãos na parte inferior da panícula estiverem firmes, mas não se quebrarem facilmente quando espremidos entre os dedos (IRRI, 2015; Marcolon, 2008).

No processo da colheita há sempre alguma perda de grãos. Os principais fatores envolvidos na perda de grãos antes da colheita são desgrana natural, atraso na colheita, acama, ataque de pássaros, excesso de chuvas e ventos.

O grão de arroz, ao passar do ponto de colheita, tende a desprender-se da panícula, resultando em perdas que aumentam à medida que a cultura permanece mais tempo no

campo, contribuindo adicionalmente para aumentar o risco de acama e agravar a ocorrência de perdas na cultura. As perdas provocadas pelos pássaros, por ingestão e por degrana, são mais acentuadas em plantações isoladas. Os danos ocorrem tanto em panículas maduras como naquelas em fase de amadurecimento (Fonseca & Silva, 1996). A ação de chuvas e ventos aumenta consideravelmente a degrana natural. Em culturas cuja colheita é processada tardiamente, as chuvas causam danos nos grãos, tornando-os ardidos ou germinados, e afetam tanto a qualidade como a quantidade do produto (Fonseca & Silva, 1996).

Durante a colheita, as perdas podem ocorrer tanto quando as plantas são ceifadas manualmente, como por colhedoras automotrizes. Quando colhido manualmente, a perda de arroz ocorre durante o corte, devido ao impacto causado pela ação da mão do operador e do cutelo, sendo mais elevada quando os grãos estão muito secos. Ocorrem ainda perdas após o corte, quando os feixes são deixados no campo por alguns dias para secar, expostos às variações climáticas e ao ataque de insetos e pássaros. No trilhamento manual, dependendo da cultivar, do arranjo e do volume dos feixes trilhados por vez, ocorrem perdas variáveis devido ao não trilhamento das panículas que se situam no interior dos feixes (Santos et al., 2006).

Na colheita mecanizada, as perdas são provocadas pelos mecanismos externos e internos da máquina. Os mecanismos externos, na unidade de apanha provocam perdas devido à ação mecânica da plataforma de corte, e os internos, de trilhamento e de separação, pela ação do cilindro batedor, saca-palhas e peneiras (Santos et al., 2006).

Secagem

O arroz colhido no campo em geral contém um teor de humidade excessivo, o que pode comprometer a sua conservação, ao ser armazenado. Por isso, é necessário reduzir sua humidade para 13 a 14% através de processos mecânicos, para grandes volumes, (Scolari et al, 1996; Marcolon 2008). Para menores volumes de arroz, a secagem deve ser feita ao ar livre sob calor do sol, preferencialmente em eiras ou piso de secagem limpo e isento de pedras. O arroz deve ser seco lentamente com 4-5 cm de espessura e é necessário revirar esta camada a cada 30-60 minutos para permitir uma exposição homogénea ao sol. Se o arroz secar demasiado rápido, haverá mais grãos partidos na moagem (Pride, 2015; Marcolon, 2008).

Armazenamento

A limpeza do armazém ou lugar do armazenamento do arroz é indispensável para evitar problemas de contaminação e danos causados por insetos. Antes do armazenamento da produção, deve ser feito um tratamento preventivo, através de fumigações periódicas com inseticidas. O local deve ser seco e ventilado. O teor de humidade do grão deve manter-se à volta de 13 a 14%. Quando se utiliza a secagem mecânica, a temperatura de secagem não deve passar de 42°C. O arroz, no armazém, deve ficar embalado em sacos empilhados, evitando-se o contato da sacaria com o piso. Para isso devem utilizar-se estrados de madeira. Deve-se ainda evitar-se o acesso de animais ao local de armazenamento (Scolari et al., 1996; Marcolon, 2008; IRRI, 2015).

4. PARTE EXPERIMENTAL- MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Trabalhos em curso no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

O IIAM tem desenvolvido grandes esforços para promover a produção de arroz, introduzindo novas variedades e utilizando sementes de alta qualidade. De acordo com o Programa Nacional de Arroz, a semente é um elemento crucial para aumentar a produtividade do arroz.

Entre os anos 2019 a 2024, o IIAM conduziu diversos ensaios de campo na cultura do arroz, especificamente na região de Chókwè, Província de Gaza. Destes, destacam-se os seguintes ensaios, relativamente aos quais se irá apresentar desenvolvimento mais detalhado na parte experimental deste trabalho:

Ensaio 1: Avaliação da adaptabilidade das variedades aromáticas de arroz;

Ensaio 2: Avaliação da adaptabilidade de duas variedades híbridas da Bayer;

Ensaio 3: Avaliação do comportamento das linhas de arroz a diferentes alturas de corte;

Ensaio 4: Avaliação de linhas de arroz tolerantes à salinidade.

4.2. Ensaio 1 - Avaliação da Adaptabilidade de Variedades Aromáticas de Arroz

Introdução

Perante o desafio de aumentar a oferta de arroz e melhorar a sua qualidade em Moçambique, um ensaio foi conduzido na campanha 2019/2020 na Estação Agrária de Chókwè para testar a adaptabilidade de duas linhas aromáticas de arroz às condições agroecológicas locais. As variedades aromáticas têm vindo a ganhar mais adeptos em determinadas zonas do globo tal como explicam Kordrostami et al. (2021). Estes autores referem a preferência pelas variedades aromáticas no Médio Oriente.

Moçambique tem introduzido algumas destas variedades no Norte do país e procura-se agora testar a sua adaptabilidade na região Sul. Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento de duas linhas aromáticas (Zam1 e Zam2) e duas testemunhas (Nene e Moz 114). As variedades Zam1 e Zam2 foram selecionadas com base numa iniciativa de transferência de germoplasma nacional, após um investigador do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) identificar, durante uma missão técnica à província da Zambézia, o cultivo extensivo de variedades aromáticas amplamente apreciadas localmente. Reconhecendo o seu potencial sensorial, foram recolhidas sementes de duas dessas variedades para avaliação na Estação Agrária de Chókwè. Por não se dispor de informações formais sobre a sua origem, foram designadas como Zam1 e Zam2, em referência à província de origem (Zambézia) e à ordem de recolha.

A introdução destas variedades teve como objetivo avaliar a sua adaptabilidade às condições agroecológicas da região sul do país, com vista à possível integração nos sistemas produtivos locais, enquanto se exploram novas opções de arroz com características diferenciadas, como o aroma, que podem contribuir para a valorização comercial da produção nacional. Para sustentar essa avaliação, foram incluídas como testemunhas as variedades Nené e Moz 114, ambas oficialmente recomendadas ou disponibilizadas em Moçambique, representando cultivares já adaptadas às condições locais. A variedade Nené destaca-se pela sua precocidade, boa produtividade e tolerância a variações hídricas em sistemas irrigados. A variedade Moz 114, por sua vez, apresenta ciclo médio e boa aparência de grão, apesar de haver pouca informação publicada sobre o seu desempenho agronómico. Ambas possuem características sensoriais suaves que permitem uma comparação relevante com as variedades

aromáticas Zam1 e Zam2, contribuindo para uma avaliação mais completa do seu potencial agronómico e comercial na região sul do país.

Materiais e Métodos

O ensaio foi instalado na campanha 2019/2020 nos campos de produção de arroz da Estação Agrária de Chókwè, localizados no sul da província de Gaza, num solo aluvionar, desenvolvido através de sedimentos do rio Limpopo, com uma fertilidade moderada. O sistema de rega usado foi inundação por gravidade.

O delineamento usado foi o de blocos completos causalizados, com 4 tratamentos (variedades) e 4 repetições (Figura 10). Os tratamentos consistem em duas linhas aromáticas, designadas por Zam1 e Zam2 e duas testemunhas: Nené e Moz 114.

A sementeira foi feita a lanço, com uma densidade de 80 kg de sementes por hectare. Para a adubação de cobertura, foi utilizada ureia com 46% de nitrogénio (N), na dose de 100 kg adubo por hectare, o que corresponde a 46 kg de N/ha.



Figura 10: Desenho experimental do ensaio de variedades aromáticas

A aplicação foi fracionada em duas etapas: metade da dose foi distribuída na fase de afilhamento, visando estimular o desenvolvimento vegetativo e o número de perfilhos produtivos; a outra metade foi aplicada no início da formação de panículas, com o objetivo de favorecer o enchimento dos grãos e a qualidade final da produção. O controle de infestantes foi feito manualmente na fase de perfilhamento e no início de formação de panículas.

No final do ciclo da cultura, foram avaliados parâmetros considerados de maior relevância agronômica para a caracterização das variedades em estudo. Os indicadores analisados foram os seguintes:

Número de Plantas por metro quadrado - este parâmetro avalia a densidade efetiva da cultura após o estabelecimento das mudas transplantadas, sendo crucial para caracterizar o desempenho inicial das variedades híbridas. A contagem foi realizada manualmente em quadrantes fixos de 1 m², distribuídos em três pontos por parcela, no estágio de maturação fisiológica.

Ciclo de cada variedade ditado pelo número de dias necessário a 50% da floração - a duração do ciclo até 50% da floração corresponde ao número de dias entre o transplante das mudas e o momento em que metade das plantas apresenta panículas visíveis. Este parâmetro foi avaliado por meio de observações regulares, com registo da data de transplante e monitorização diária da floração. A floração foi considerada atingida quando 50% das plantas por parcela exibiam panículas acima da folha bandeira. Os dados foram registados em fichas de campo e expressos em dias após o transplante, permitindo classificar as variedades quanto à precocidade.

Altura da planta (cm) - foi medida no final do ciclo, em cinco plantas por parcela, utilizando uma régua graduada. A medição foi feita do nível do solo até o topo da panícula. Este parâmetro permite avaliar o vigor vegetativo das variedades e a sua resistência à acama.

Comprimento da folha bandeira (cm) - Foi medido em cinco plantas por parcela, com régua graduada, desde a base da lâmina foliar até à extremidade. No arroz, este parâmetro indica o potencial fotossintético da planta na fase reprodutiva, contribuindo para o enchimento dos grãos. A folha bandeira, situada abaixo da panícula, é crucial na fotossíntese durante a fase reprodutiva do arroz. Como principal fonte de energia para o enchimento dos grãos, o seu comprimento indica o potencial da planta para sustentar a produção, já que folhas maiores possuem maior área fotossintética.

Número de plantas/m² - este parâmetro foi avaliado na fase de maturação fisiológica, sendo essencial para estimar o rendimento potencial da cultura do arroz. A contagem foi realizada manualmente em áreas delimitadas de 1 m² por parcela, utilizando uma moldura metálica quadrada para garantir uniformidade e precisão na amostragem. Este indicador

permite avaliar a eficiência do estabelecimento da cultura e a proporção de plantas efetivamente produtivas por unidade de área.

Número de panículas por planta - este parâmetro foi avaliado na fase de maturação fisiológica, sendo um indicador importante da capacidade reprodutiva da planta de arroz. A contagem foi realizada manualmente em cinco plantas por parcela, previamente marcadas. Foram contabilizadas todas as panículas formadas por cada planta. Este parâmetro reflete o grau de afilhamento efetivo e o potencial de frutificação da variedade, influenciado por fatores genéticos, densidade de plantação, disponibilidade de nutrientes e condições ambientais. Variedades com maior número de panículas por planta tendem a apresentar maior rendimento.

Número de grãos por panícula - este parâmetro foi avaliado após a maturação fisiológica das plantas, sendo considerado um dos principais indicadores de produtividade no arroz. A contagem foi realizada manualmente em cinco panículas por parcela, previamente colhidas e secas à sombra para facilitar a manipulação. Utilizou-se uma pinça e uma bandeja de contagem para separar e contabilizar os grãos formados em cada panícula. Este parâmetro permite avaliar o potencial reprodutivo da variedade.

Peso de 1000 sementes (g) - este parâmetro foi determinado após a colheita e secagem dos grãos, sendo um dos principais indicadores da qualidade e do rendimento potencial da cultura do arroz. A amostragem foi realizada por parcela, selecionando aleatoriamente sementes bem formadas e livres de impurezas. Utilizou-se uma balança eletrônica de precisão para a pesagem, após contagem manual de 1000 sementes inteiras. O peso de 1000 sementes reflete o enchimento dos grãos e a eficiência fisiológica da planta durante a fase reprodutiva, Valores mais elevados estão geralmente associados a maior produtividade e melhor qualidade comercial.

No tratamento dos resultados foi avaliada a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. No que respeita aos resultados das variáveis analisadas verificou-se a distribuição normal para quase todas as variáveis. Assim, procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e sempre que a ANOVA revelou diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram separadas usando o teste de comparação múltipla Tukey HSD ($\alpha = 0,05$). Foi também estabelecida a correlação de Pearson entre variáveis.

Resultados

Na Tabela 1 encontram-se resultados da análise de variância e os valores médios de cada parâmetro quantificado. Todos os parâmetros apresentaram diferenças significativas entre variedades. No que respeita ao número médio de plantas por metro quadrado verifica-se um número significativamente superior relativamente às restantes, 288, para a variedade testemunha Moz 114. A variedade testemunha Nené apresentou o menor número de plantas (176), ainda que sem diferenças significativas para as variedades aromáticas Zam 1 e Zam 2. Foi ainda a variedade Moz 114 a que necessitou de menor número médio de dias (97,5) para que se atingisse 50% da floração, sendo as variedades aromáticas Zam 1 e Zam2 as que necessitaram de maior número de dias (150 e 140 respetivamente). A altura média das plantas foi significativamente mais elevada para Zam1 (172,5 cm) e a altura significativamente mais baixa na variedade Moz 114 (102,8 cm), o que está de acordo com a necessidade de menor número de dias até se atingir 50% da floração pois parece ser uma variedade de ciclo mais curto.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão de parâmetros analisados no ensaio 1.

<i>Variedade</i>	<i>Nº plantas/m²</i>	<i>Nº de dias até 50% floração</i>	<i>Altura da planta (cm)</i>	<i>Comprimento folha bandeira (cm)</i>
Zam1	199,5±14,2 b	150,0±0,8 a	172,5±10,6 a	24,3±1,6 bc
Zam2	205,0±9,5 b	140,3±22,8 ab	155,5±4,8 b	29,4±0,5 a
Nene	176,0±18,5 b	119,3±10,2 bc	157,8±5,3 b	26,6±1,5 b
Moz 114	288,0±18,2 a	97,5±0,6 c	102,8±5,5 c	22,5±0,9 c
<i>p</i>	<0,0001	0,0003	<0,0001	<0,0001
<i>Variedade</i>	<i>Nº de Panículas produtivas/m²</i>	<i>Produção (ton/ha)</i>	<i>Peso 1000 grãos (g)</i>	
Zam1	169,3±19,4 b	3,43±1,1 ab	32±0,5 b	
Zam2	180,0±15,7 b	2,85±0,6 b	30±0 c	
Nene	169,0±20,1 b	3,03±0,8 b	36±0 a	
Moz 114	281,5±19,0 a	4,93±0,5 a	28±0 d	
<i>P</i>	<0,0001	0,0098	<0,0001	

Nas colunas, médias seguidas com as mesmas letras indicam ausência de diferenças significativas pelo teste de Tukey HSD ($\alpha = 0.05$)

A variedade aromática Zam 2 e a variedade testemunha Nené não diferiram significativamente entre si neste parâmetro (155,5 e 157,8 cm respetivamente), embora sejam diferentes de Zam1 e Moz 114.

No que respeita à folha bandeira verificou-se o comprimento significativamente mais elevado em Zam2 (29,4 cm) e Moz 114 com o comprimento menor (22,5 cm), diferente de Zam2 e Nene. No que respeita aos parâmetros produtivos, verificou-se que a variedade testemunha Moz 114 apresentou o maior número médio de panículas produtivas (281,5) e a produção média por ha mais elevada (4,93 toneladas). No entanto, esta variedade apresentou o significativamente menor peso de 1000 grãos (28 g), o que faz supor uma eventual menor qualidade deste arroz. De notar ainda assim que a outra variedade testemunha, Nené, apresentou o valor mais elevado do peso de 1000 grãos. Na análise dos dados através da matriz de correlação de Pearson verificou-se ainda uma relação significativa e negativa entre o peso de mil grãos e o número de plantas por metro quadrado e a produção ($r=0,806$; $p=0,0002$), ou seja, maior número de plantas por unidade de área terá como consequência a redução do peso dos grãos. A relação entre o número de panículas produtivas e o rendimento é muito significativa e positiva, como seria de esperar ($r=0,7852$; $p=0,0003$).

Destes resultados ressalta a necessidade de se repetirem os ensaios, já que não se verifica um padrão consistente de resultados nas variedades tradicionais e nas variedades aromáticas nos parâmetros mais relevantes de produção. Os resultados obtidos com um ano de ensaios não são suficientes para validar o comportamento das plantas, sujeito ao efeito das condições climáticas, variáveis de ano para ano. Eventualmente, e em paralelo, atuar no melhoramento das variedades aromáticas, no sentido de se obterem plantas com maior número de panículas produtivas. A maior produtividade associada à variedade Moz 114 também não deve ser descartada até porque parece ser uma variedade mais precoce o que, em determinadas circunstâncias ecológicas, poderá ser uma vantagem. A produtividade observada para a variedade Nené correspondeu ao valor de referência reportado pelo IIAM (2021), confirmando o seu potencial produtivo, estimado em aproximadamente 3 t/ha.

No que respeita à avaliação de parâmetros de qualidade das variedades de arroz, esta constitui uma etapa relevante. Contudo, nesta fase inicial do estudo, priorizou-se a análise de parâmetros agronómicos fundamentais. Dado que os resultados obtidos ainda não evidenciam desempenho produtivo consistente, essas avaliações serão consideradas em ensaios subseqüentes, caso se confirme o potencial agronómico e comercial das variedades em estudo.

Conclusão

O ensaio mostrou diferenças significativas entre variedades de arroz. A variedade Moz destacou-se pela maior produtividade e precocidade, mas com menor peso de 1000 grãos e Já a variedade Nené apresentou um maior peso de 1000 grãos. Quanto ao genótipo Zam1 apresentou maior altura e ciclo mais longo e Zam2 destacou-se pelo comprimento da folha bandeira e ciclo longo. As correlações confirmaram que maior densidade de plantas reduz o peso dos grãos, enquanto mais panículas aumentam o rendimento. Conclui-se que as variedades aromáticas têm potencial, mas precisam de mais ensaios em diferentes anos e de melhoramento genético para aumentar a produtividade, visto que resultados obtidos num único ano não permitem validar de forma definitiva o comportamento das variedades, sendo essencial repetir os ensaios em diferentes campanhas para confirmar a estabilidade produtiva face à variabilidade climática.

4.3. Ensaio 2 - Avaliação da adaptabilidade de duas variedades híbridas

Introdução

Em Moçambique o rendimento dos produtores de arroz em Moçambique continua baixo, com uma média de 3,5 ton/ha. Um dos principais fatores que contribuem para esse desempenho limitado é o uso predominante de variedades locais não melhoradas, que apresentam baixo potencial produtivo e limitada resistência a pragas, doenças e stresses ambientais. Este cenário reforça a necessidade de introduzir variedades geneticamente melhoradas, capazes de responder aos desafios agronômicos e climáticos atuais.

A aposta em variedades híbridas de arroz tem demonstrado resultados encorajadores em diversos países produtores, conforme reportado por Ran et al. (2018), Ishfaq et al. (2023) e Wang et al. (2025). Os híbridos, por apresentarem maior vigor, tendem a superar as variedades de linha pura em termos de produtividade, uniformidade e tolerância a fatores adversos. A introdução dessas variedades em Moçambique pode representar um avanço significativo na intensificação sustentável da rizicultura.

Neste contexto, o presente ensaio teve como objetivo avaliar a adaptabilidade de duas variedades híbridas da empresa Bayer, *Arize Tej Gold* e *Arize Gold 6444*, em condições *on-station* na Estação Agrária de Chókwè, localizada no sul do país.

A Bayer é uma empresa multinacional de origem alemã, com atuação consolidada no sector agrícola, especialmente na investigação e desenvolvimento de sementes de alto desempenho. A linha *Arize*, desenvolvida pela Bayer CropScience, é composta por híbridos de arroz obtidos por meio de cruzamentos genéticos controlados entre linhagens parentais distintas. Estes híbridos são concebidos para oferecer elevada produtividade, resistência a doenças e boa adaptação a diferentes condições agroecológicas. De acordo com a informação da empresa que comercializa esta variedade (<https://www.cropscience.bayer.in/improve-yield/seeds-en/arize-en/arize-tej-gold>), para além de ser um híbrido com elevado potencial produtivo a *Arize Tej Gold* é resistente à mancha bacteriana das folhas, possui um ciclo de vida de 125 a 130 dias (duração semiprecoce) e tem resistência ao stresse hídrico, o que a torna potencialmente interessante num panorama de alterações climáticas. Destaca-se ainda o seu grão longo e fino e boas características para a cozedura, embora esta propriedade não tenha entrado nos objetivos deste estudo. No que respeita à variedade *Arize Gold 6444*, possui um ciclo um pouco mais longo (130 a 135 dias), grãos levemente aromáticos, uma produtividade média entre as 4 e 6 toneladas, resistente à mancha bacteriana das folhas e não propensa a grãos chochos (<https://www.agcenture.com/2023/11/15/which-are-the-best-rice-seed-varieties-in-kenya/>).

Em resumo, as principais virtudes agronómicas destas variedades incluem:

- Elevado potencial produtivo, com rendimentos superiores às variedades convencionais.
- Resistência à mancha bacteriana das folhas (BLB-Bacterial Leaf Blight), uma das principais doenças do arroz.
- Tolerância ao stresse hídrico, essencial num contexto de alterações climáticas.
- Baixa propensão à formação de grãos chochos, o que melhora o rendimento industrial.
- Ciclo vegetativo eficiente, permitindo melhor planeamento agrícola.
- Boa qualidade de grão, com rendimento de moagem superior a 70%.

A variedade *Macassane*, utilizada como testemunha, apresenta ciclo vegetativo de 130 dias aproximadamente, potencial produtivo de cerca de 7,8 toneladas por hectare, boa adaptação a sistemas irrigados e tolerância moderada às principais pragas e doenças. Os grãos

são longos ou semi-longos, com características físicas e industriais já reconhecidas por instituições como o IIAM (2011), IRRI (2011) e MADER (2018).

Materiais e Métodos

O ensaio foi instalado na campanha 2019/2020 nos campos de produção de arroz da Estação agrária de Chókwè, localizado no sul da província de Gaza. O solo é aluvionar, desenvolvido através de sedimentos do rio Limpopo e apresenta uma fertilidade moderada. O sistema de rega usado é inundação por gravidade. O delineamento foi o de blocos completos casualizados, com 3 tratamentos e 3 repetições (Figura 11). Como já foi referido, os tratamentos consistem em duas variedades híbridas: Arize Tej Gold, Arize Gold 6444 e uma variedade de controle (Macassane). As variedades híbridas utilizadas são materiais melhorados, desenvolvidos especificamente para aumentar a produtividade e a resistência em condições de países de clima tropical.



Figura 11: Desenho experimental do ensaio de variedades Bayer

O ensaio foi semeado em janeiro de 2020 usando método de transplante. O compasso usado foi de 20 cm entre linhas, 15 cm entre plantas e usou-se apenas uma planta por covacho.

Foi feita adubação de fundo com recurso a um adubo composto com 12% de N, 24% de P₂O₅ e 12% de K₂O (NPK 12-24-12) na quantidade de 250 kg/ha (30, 60 e 30 kg de N, P₂O₅ e K₂O respetivamente por ha). A adubação de cobertura foi feita usando ureia na quantidade de 200 kg/ha (90 kg de N/ha), tendo-se aplicado metade do adubo 3 semanas e início do afilhamento, depois de transplante e a outra metade 6 semanas depois de transplante afilhamento ativo.

Para o controle de infestantes usou-se o método de mondas manuais na fase de afilhamento e no início da formação de panículas. As variedades híbridas tiveram 3 tratamentos contra pragas e doenças usando o fungicida Nativo (combina as substâncias ativas tebuconazole e trifloxystrobin) e o pesticida com poder inseticida Thunder (combina as substâncias imidacloprod e beta-cyfluthrin), sendo o primeiro de cada aplicado 7 dias depois de transplante, o segundo na fase de afilhamento e o último na fase de enchimento do grão.

Para a avaliação do comportamento destas variedades foram registados dados relativos a: número de plantas/m², duração do ciclo de cada variedade ditado pelo número de dias necessário a 50% da floração, altura da planta, número de perfilhos produtivos por metro quadrado, comprimento da folha bandeira, número de grãos por panícula, produção de biomassa aérea total (grão e palha) (kg/m²), rendimento de grão (kg/m²) e peso de 1000 grãos, largura e comprimento do grão (mm) e o índice de colheita.

Estes parâmetros, em conjunto, permitem uma caracterização agronómica abrangente do desempenho das variedades híbridas em estudo, desde o estabelecimento inicial até à qualidade final do grão. Alguns dos procedimentos foram já descritos no ensaio 1: número de plantas/m², duração do ciclo de cada variedade ditado pelo número de dias necessário a 50% da floração, altura da planta, comprimento da folha bandeira, número de grãos por panícula e peso de 1000 grãos. Descrevem-se agora os restantes procedimentos:

Número de filhos por planta - foi avaliado como indicador da capacidade de afilhamento das variedades híbridas de arroz. A contagem foi realizada manualmente em 5 plantas selecionadas aleatoriamente, no estágio de maturação fisiológica. Cada planta foi isolada e os perfilhos emitidos foram contabilizados, com registo em fichas de campo.

Número de filhos produtivos por metro quadrado - foi avaliado no estágio de maturação fisiológica, através da contagem manual de hastes férteis com panículas visíveis em quadrantes fixos de 1 m², distribuídos em três pontos por parcela.

Produção de biomassa aérea total - composta pela massa seca dos grãos e da palha, foi determinada com o objetivo de avaliar o vigor vegetativo e a capacidade de acumulação de matéria seca das variedades híbridas em estudo.

A colheita foi realizada no estágio de maturação fisiológica, quando os grãos apresentavam cerca de 20–22% de humidade. Para cada parcela, foram demarcadas áreas

fixas de 1 m² em três pontos representativos, evitando bordaduras e zonas com falhas de povoamento. Todas as plantas dentro de cada quadrante foram cortadas ao nível do solo com foices, reunidas em sacos identificados e transportadas para o laboratório.

No laboratório, as plantas foram separadas em duas frações: panículas (grãos) e parte vegetativa (colmos e folhas). A pesagem foi realizada com balança eletrónica de precisão, a biomassa aérea total foi expressa em quilogramas por metro quadrado (kg/m²), utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Biomassa aérea total (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{1000}$$

O peso seco total corresponde à soma da massa seca dos grãos e da palha por metro quadrado.

O rendimento de grão - foi determinado como principal indicador da produtividade das variedades híbridas avaliadas. A colheita foi realizada no estágio de maturação fisiológica, quando os grãos apresentavam cerca de 20–22% de humidade. Para cada parcela, foram demarcadas áreas fixas de 1 m² em três pontos representativos, evitando bordaduras e zonas com falhas de povoamento. Todas as panículas presentes dentro de cada quadrante foram colhidas manualmente com foices, acondicionadas em sacos identificados e transportadas para o laboratório. No laboratório, os grãos foram separados da palha por debulha manual, limpos para remoção de impurezas e secos até atingirem aproximadamente 14% de humidade, padrão utilizado para padronização dos dados. A pesagem foi realizada com balança eletrónica de precisão e os valores registados. O rendimento foi calculado com base na seguinte fórmula:

$$\text{Rendimento do grão (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso seco dos grãos (g)}}{1000}$$

Este valor foi utilizado para comparar o desempenho produtivo entre os genótipos híbridos da Bayer, sendo posteriormente convertido para toneladas por hectare (ton/ha).

A caracterização morfológica dos grãos - foi realizada com o objetivo de avaliar a conformidade das variedades híbridas com os padrões comerciais e industriais de qualidade. Para tal, foram mensuradas as dimensões físicas dos grãos, nomeadamente o comprimento e

a largura, expressos em milímetros. Após a colheita e secagem dos grãos, procedeu-se à seleção aleatória de dez unidades representativas por variedade, garantindo que estivessem livres de impurezas, ou deformações. Cada grão foi posicionado individualmente sobre uma superfície plana e medido com recurso a um paquímetro digital.

O comprimento foi medido desde a extremidade basal até à extremidade apical do grão, enquanto a largura foi determinada na zona de maior expansão lateral. As medições foram realizadas por um único operador e os dados foram registados em fichas de campo específicas para posterior análise estatística. As médias das dimensões foram calculadas com base nas dez medições individuais.

Foi ainda determinado o índice de colheita (IC), um indicador da eficiência fisiológica da planta, através da seguinte expressão:

$$IC = \frac{\text{Peso seco dos grãos (g)}}{\text{Peso seco da biomassa aérea total (g)}}$$

A avaliação foi realizada no estágio de maturação fisiológica, com colheita de plantas em áreas fixas de 1 m² por parcela. As amostras foram separadas em panículas (grãos) e parte vegetativa (colmos e folhas).

No tratamento dos resultados foi avaliada a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. No que respeita aos resultados das variáveis analisadas verificou-se que nem todas as variáveis apresentaram uma distribuição normal. No entanto, para usar os mesmos critérios de interpretação dos resultados, procedeu-se à análise de variância (ANOVA). Sempre que a ANOVA revelou diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram separadas usando o teste de comparação múltipla de médias, Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 apresentam-se os valores médios obtidos para os parâmetros número de plantas por m², número de dias até 50% da floração, altura da planta, nº de perfilhos, perfilhos produtivos por m² e comprimento da folha bandeira.

Neste conjunto de parâmetros não se verificaram diferenças significativas entre as variedades, com exceção do número de filhos, como se pode ver pelos valores de *p* da análise

de variância. Foi a variedade tradicional Macassane que apresentou o número significativamente maior, com 13 filhos por m² e a variedade híbrida Arize Gold 6444 a que apresentou o menor valor (11,3). Estas variedades diferiram entre si mas o número de perfilhos da variedade Arize Tej Gold não diferiu significativamente das outras duas variedades (12,3).

Tabela 2: Valores médios ± desvio padrão de alguns parâmetros de performance das variedades A. Tej Gold, A. Gold 644 e Macassane

<i>Variedades</i>	<i>Nº plantas/m²</i>	<i>Nº dias 50% floração</i>	<i>Altura das plantas (cm)</i>	<i>Nº de Perfilhos</i>	<i>Nº de perfilhos produtivos/m²</i>	<i>Comprimento folha bandeira (cm)</i>
A. Tej Gold	291±21,3	108,3±3,8	103,3±1,2	12,3±0,6 ab	259,7±41,5	23,4±1,0
A. Gold 6444	300±34,5	108,7±4,2	105,0±1,7	11,3±0,6 b	276,7±28,7	23,3±1,0
Macassane	272±61,0	109,0±2,1	99,3±4,0	13,0±0 a	239,7±52,6	23,7±1,2
<i>p</i>	<i>0,7238</i>	<i>0,9746</i>	<i>0,0900</i>	<i>0,0138</i>	<i>0,5876</i>	<i>0,9148</i>

Nas colunas, médias seguidas com letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey HSD ($\alpha = 0.05$)

De notar que, embora não haja informação oficial sobre o número normal de perfilhos de todas as variedades estudadas, a empresa que comercializa a Arize Gold 6444 refere um número médio de perfilhos para esta variedade entre 13 e 15, valores superiores aos registados neste trabalho. Considerando ainda a informação disponível relativa à duração do ciclo de cada variedade, a variedade mais precoce é a Macassane, com um ciclo variável entre 120 e 130 dias, seguida de Arize Tej Gold (125-130 dias) e por fim Arize Gold 6444 (125 a 135 dias). Embora esta informação não tenha sido recolhida no ensaio, a menor altura da planta Macassane é compatível com a duração mais curta do ciclo desta variedade. A ausência de diferenças significativas nestes resultados sugere a necessidade de se proceder à repetição do ensaio, já que os fatores ambientais podem ter um papel determinante nestes parâmetros (Ran et al., 2018, Jiang et al., 2025).

Na Tabela 3 encontram-se os restantes valores médios dos parâmetros avaliados, desta vez mais relacionados com a produção.

Os grãos de arroz são mais compridos e largos na variedade tradicional Macassane (9,7 e 2,8 mm). No que respeita ao comprimento do grão a diferença é significativa para a

variedade Arize Gold 6444. Arize Tej Gold apresentou-se com o grão significativamente mais fino (2,1 mm).

Tabela 3: Valores médios \pm desvio padrão de parâmetros produtivos das variedades A. Tej Gold, A. Gold 644 e Macassane

<i>Variedades</i>	<i>C grão (mm)</i>	<i>L grão (mm)</i>	<i>Nº grãos/ panícula</i>	<i>BAT (kg/m²)</i>	<i>Rendimento (grão) ton(ha)</i>	<i>IC %</i>	<i>Peso de 1000 grãos (g)</i>
<i>A. Tej Gold</i>	9,1 \pm 0,4 ab	2,1 \pm 0,2 b	102,7 \pm 0,6 a	1,13 \pm 0,1	5,8 \pm 0,4 a	51,2	24 \pm 0,0 b
<i>A. Gold 6444</i>	8,4 \pm 0,4 b	2,6 \pm 0,2 a	87,3 \pm 6,8 b	1,35 \pm 0,3	6,5 \pm 0,8 a	48,8	23 \pm 0,2 b
<i>Macassane</i>	9,7 \pm 0,2 a	2,8 \pm 0,2 a	67,0 \pm 6,2 c	0,84 \pm 0,2a	3,8 \pm 0,6 b	46,7	28 \pm 0,0 a
<i>p</i>	0,0088	0,0066	0,0005	0,0736	0,0052	0,3589	0,0002

Nas colunas, médias seguidas com letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey HSD ($\alpha = 0.05$); C = comprimento; L = Largura; BAT = Biomassa Aérea Total (grão + palha); IC = Índice de Colheita; A. -Arize

Conclusão

O ensaio comparativo entre as variedades híbridas Arize Tej Gold e Arize Gold 6444 e a variedade tradicional Macassane mostrou que, embora não tenha havido uma vantagem clara entre os híbridos, estes apresentaram melhor rendimento de grãos (5,8–6,2 ton/ha) em comparação com a testemunha (3,8 ton/ha) e menor severidade da doença causada por *Drechslera oryzae*. A variedade Arize Tej Gold destacou-se pelo maior número de grãos por panícula, enquanto Macassane apresentou grãos mais pesados. No entanto, os valores obtidos ficaram aquém do potencial indicado pela Bayer e dos reportados em outros estudos, possivelmente devido a condições ambientais adversas, como baixas temperaturas na fase de floração, e ao número reduzido de repetições no ensaio. Assim, conclui-se que as variedades híbridas demonstram potencial produtivo superior à tradicional, mas é necessária a repetição do ensaio em diferentes anos para confirmar a consistência do seu desempenho e validar a sua adaptabilidade às condições agroecológicas de Moçambique.

4.4. Ensaio 3 - Avaliação do efeito da altura do corte sobre o rendimento e tamanho do grão do arroz obtido a partir do método do rebrote.

Introdução

De acordo com o inquérito da CITTAU (2018), Moçambique ainda produz menos de 1/3 das suas necessidades em arroz, deixando uma grande janela de oportunidade para a importação de cerca de 725 milhões de meticais (quase 10 milhões de euros) de arroz processado, situação a evitar. A técnica do rebrote (*ratoon*) de arroz é uma das alternativas para o aumento da produção e da produtividade de arroz em Moçambique.

O rebrote do arroz é a capacidade da planta de emitir novos perfilhos férteis a partir da base dos colmos remanescentes após o corte realizado na colheita. Obter uma segunda colheita a partir de rebentos da colheita anterior tem a vantagem de aumentar o rendimento e sustentabilidade (Wang et al., 2020, Zhang et al., 2025; IRRI, 1988), já que dispensa a sementeira de uma segunda cultura. Esta prática pode ser usada na cultura de arroz, cana-de-açúcar e algumas forrageiras. Países como USA, Brasil, Japão, Índia, Filipinas, Tailândia, Kenya adoptaram esta prática cultural no arroz.

O rebrote de arroz possui um ciclo mais curto em comparação com o ciclo principal e apresenta vantagens como menor consumo de água, redução na necessidade de mão-de-obra e custos mais baixos em relação à safra principal (IRRI, 1988, Zhang et al., 2025). Essa prática tem potencial para aumentar a produção de arroz por unidade de área e tempo.

Apesar das condições climáticas favoráveis para este tipo de técnica em Moçambique, ainda não foi avaliada a adequação das variedades locais para a implementação do sistema de rebrote. Assim, a colheita de arroz continua a ser realizada apenas uma vez por ano.

A literatura especializada indica que alguns fatores influenciam a capacidade de rebrote do arroz, entre as quais: época de sementeira; variedade utilizada; equipamento de colheita; aplicação de fertilizantes; altura da ceifa ou corte.

Para avaliar o desempenho do arroz no sistema de cultivo de rebrote, foi realizado um ensaio na campanha 2021/2022 nos campos da Estação Agrária de Chókwè, Sul de Moçambique. O estudo analisou 11 genótipos de arroz submetidos a três alturas de corte (15 cm, 30 cm e 45 cm). Os parâmetros avaliados incluem a duração do ciclo, afilhamento, número de grãos por panícula, qualidade do grão e rendimento. Pretende-se ainda identificar variedades melhoradas com maior potencial para o sistema de rebrote. O método utilizado é

promissor para otimizar o manejo agrícola e aumentar a sustentabilidade da produção de arroz. Posteriormente, pretende-se criar pacotes tecnológicos para adoção da prática de rebrote de arroz, visando aumentar a produtividade.

Materiais e Métodos

O ensaio foi instalado na campanha 2021/2022 nos campos da Estação agrária de Chókwè, localizada no sul da província de Gaza, especificamente no regadio de Chókwè. O solo é aluvionar, desenvolvido através de sedimentos do rio Limpopo, e apresenta uma fertilidade moderada. O sistema de rega usado foi inundação por gravidade. O delineamento usado foi o desenho Split-plot (blocos completos causalizados) com 3 repetições e 2 fatores em estudo, onde fator 1 representa a altura de corte (3 alturas: 15, 30 e 45 cm) e o fator 2 representa os genótipos. Os genótipos em estudo foram:

- 1- IR17A2593
- 2- IR16A4317
- 3- IR17A1182
- 4- IR17A1171
- 5- IR17A1473
- 6- IR17A173
- 7- IR17A2481
- 8- IR104
- 9- IR17A2730
- 10- 17A1793
- 11- SIMÃO

A variedade Simão é uma variedade libertada oficialmente pelo Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) em 2015. De acordo com o seu folheto de divulgação, esta variedade apresenta um ciclo cultural de 133 dias, uma altura das plantas com 85 cm, uma produção potencial de 10 toneladas por hectare e uma percentagem média de grãos cheios de 63%.

Antes da instalação do ensaio no campo, foi estabelecido um viveiro para a produção de mudas. A sementeira realizada no viveiro, foi em linhas e manualmente; com a densidade de sementeira de 120 kg/ha. Após o desenvolvimento inicial, as mudas foram transplantadas manualmente em linha para o campo experimental, utilizando um compasso de 20 × 20 cm, com uma planta por covacho. O delineamento experimental adotado foi em parcelas

subdivididas (Split-plot), estruturado em blocos completos casualizados com três repetições. O esquema geral do ensaio encontra-se na Figura 12. No ensaio foram avaliados dois fatores: o primeiro fator, correspondente à parcela principal, refere-se à altura de corte, com três níveis distintos (15 cm, 30 cm e 45 cm); o segundo fator, alocado nas subparcelas, diz respeito aos genótipos testados. Cada bloco foi composto por dez linhas de plantio, garantindo uniformidade e controle das variáveis experimentais ao longo do estudo.

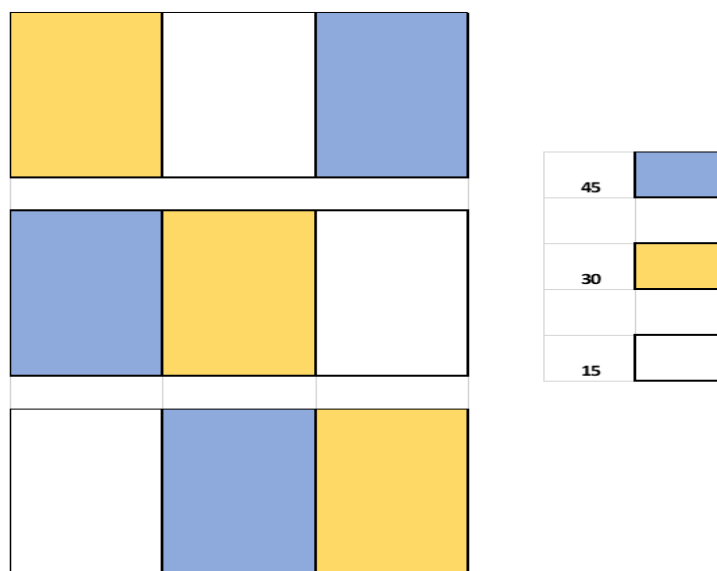


Figura 12 - Desenho experimental do ensaio de rebrote. As cores representam as alturas de corte (15, 30 e 45 cm). Dentro de cada cor foram semeadas 11 genótipos.

Durante o cultivo principal, foi realizada adubação de fundo com fertilizante NPK (12-24-12) na dose de 100 kg/ha. A adubação de cobertura foi feita de forma fracionada com ureia (46% de N), totalizando 170 kg/ha, equivalente a aproximadamente 80 kg de N/ha. A aplicação foi dividida em duas fases: metade durante o afilhamento e a outra metade no início da formação de panículas.

As atividades de manejo cultural incluem rega, mondas corretivas e controle de pássaros. Este último foi realizado por meio da presença constante de vigilantes durante o dia, que utilizam meios rudimentares como paus, linhas, latas com pedrinhas, laços e armadilhas sonoras para afugentar as aves e proteger a cultura nesta fase crítica da cultura.

A melhor altura para colher a cultura principal, é quando os colmos da planta ainda estão verdes. O corte deve ser feito antes que a cultura principal atinja a maturidade completa, preservando assim a integridade fisiológica da planta (IRRI, 1988). A colheita ideal ocorre quando os grãos atingem a maturidade fisiológica, com um teor de humidade entre 22% e 25%. Esta faixa de humidade é considerada ótima porque mantém os tecidos vegetativos ativos, favorece a emissão de novos perfilhos e potencia a capacidade de regeneração da planta.

De seguida inicia a fase de cultivo do rebrote de arroz. Após a colheita do cultivo principal efetuaram-se mondas corretivas e a drenagem de água do campo para permitir melhor eficiência na adubação nitrogenada. A adubação foi efetuada logo após a colheita do cultivo principal usando apenas ureia a razão de 163 kg/ha (70 kg N/ha). Com o objetivo de se obter perfilhos mais rijos, rebrote mais rápido e um melhor desempenho do rebrote de arroz, a inundação do campo foi iniciada nove dias após a colheita principal.

Resultados e Discussão

Duração do ciclo na cultura principal

A duração média do ciclo de cada genótipo encontra-se na Figura 13.

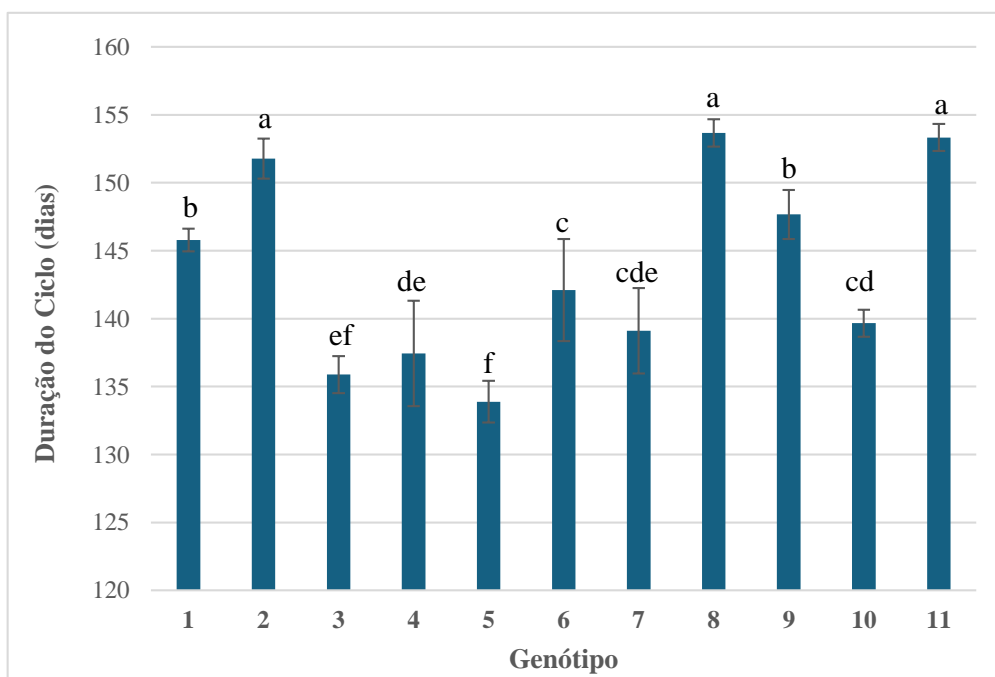


Figura 13 – Duração em dias do ciclo de cada genótipo em estudo na cultura principal (CP)

As barras verticais representam o desvio padrão. Colunas com letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tuckey HSD, ($\alpha = 0,05$).

Nesta figura pode ver-se que são os genótipos 2, 8 e 11 os que possuem o ciclo com significativamente maior duração, com mais de 150 dias (152, 154 e 153 dias respetivamente). Os genótipos 1 (146 dias) e 9 (149) também diferem significativamente os restantes. O genótipo de duração mais curta é o 5, com 134 dias, seguido do 3, com 136 dias, ciclos significativamente diferentes dos restantes. Assim, considerando as características divulgadas da variedade Simão, correspondente ao genótipo 11, estas não corresponderam aos resultados obtidos neste ensaio, já que esta variedade se apresentou com um ciclo mais longo.

Altura das plantas

Os genótipos que, na cultura principal, atingiram a maior altura são 1, 2, 8 e 9 com 121, 113, 114 e 111 cm respetivamente. Estas alturas mais elevadas coincidem com o ciclo com maior número de dias, conforme se pode ver na figura 14. No entanto, a mesma analogia não pode ser aplicada aos genótipos de menor duração, uma vez as menores alturas foram registadas nos genótipos 7 (84 cm) e 10 (89 cm).

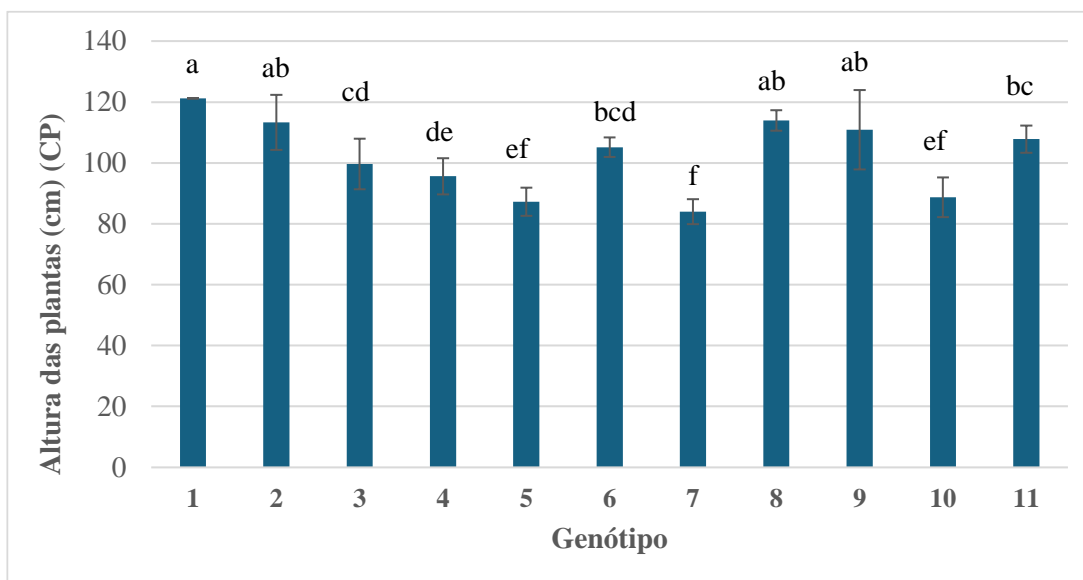


Figura 14: Altura das plantas (cm) na cultura principal

(CP – Cultura Principal)

As barras verticais representam o desvio padrão. Colunas com letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tuckey HSD, ($\alpha = 0,05$)

A variedade Simão (genótipo 11) apresentou uma altura média superior a 100 cm, valor superior aos 85 cm do catálogo, mas de acordo com a maior duração do seu ciclo. No que respeita à altura média das plantas de rebrote no final do ciclo, os valores médios registados encontram-se na Tabela 4. Os genótipos 1, 2, 8 e 9 foram identificados como os que apresentaram a maior altura das plantas. Independentemente da altura do corte no fim de ciclo da cultura principal, o genótipo 1 apresentou sempre a maior altura das plantas mas essa tendência não se manteve para todas as alturas de corte dos genótipos 2, 8 e 9. Os genótipos 7 e 10 mantiveram a tendência de menor altura.

Tabela 4: Altura média das plantas após corte a 15, 30 e 45 cm de altura.

Genótipo	Rebrote - Altura média (cm)								
	15 cm	dp		30 cm	dp		45 cm	dp	
1	83,9	2,7	a	79,2	2,3	a	82,83	2,78	a
2	79,2	5,0	ab	73,7	2,2	ab	75,27	2,28	cde
3	75,7	1,2	abc	75,3	0,4	ab	80,33	1,90	abc
4	71,8	1,4	bc	77,5	1,0	ab	82,00	1,11	ab
5	59,8	2,6	de	60,8	3,6	d	66,23	1,29	f
6	73,4	4,0	bc	72,9	2,8	ab	76,13	1,60	bcd
7	54,9	5,2	e	59,4	2,5	d	57,87	1,44	g
8	75,4	1,8	bc	75,5	3,0	ab	80,10	4,26	abc
9	73,1	1,6	bc	70,8	4,3	bc	77,03	1,04	abcd
10	67,8	0,8	cd	64,4	1,7	cd	69,60	2,62	ef
11	67,6	1,5	cd	64,7	0,8	cd	72,03	1,55	def

Na coluna, médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$); dp – desvio padrão

Número de panículas por covacho

Entende-se por número de panículas por covacho o número de panículas produtivas por cada planta. A figura 15 mostra que são os genótipos 5, 6 e 10 os que produziram maior número de panículas produtivas, com destaque para o 5, com o número médio mais elevado, de 19,1 panículas por planta. A variedade 11 teve o valor mais baixo, cerca de metade deste valor (10,3) seguida dos genótipos 2, 3 e 9.

Número panículas no rebrote

A análise de variância dos dados mostrou que a altura de corte teve um efeito significativo no número de panículas por planta ($p < 0,0001$) com a corte a 15 cm a apresentar o valor médio significativamente mais baixo (9,67) de panículas por planta, relativamente às alturas de corte de 30cm (12,1) e 45 cm (13,5 panículas produtivas por planta). Também o genótipo influenciou significativamente o número de panículas por planta ($p < 0,0001$). A interação Altura de corte x Genótipo não foi significativa ($p = 0,2807$).

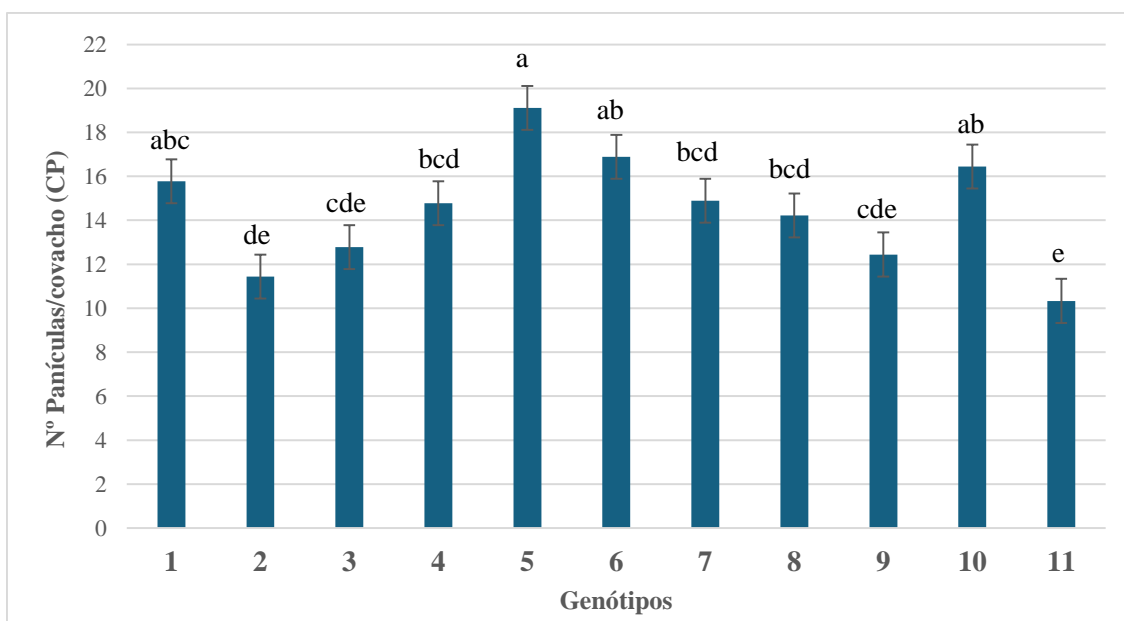


Figura 15- Número de panículas produtivas por covacho. As barras verticais representam o desvio padrão em cada genótipo. Colunas com letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tuckey HSD, ($\alpha = 0,05$)

A tabela 5 mostra as diferenças nos números de panículas por genótipos e por altura de corte. A diferença significativa entre as alturas de corte está centrada sobretudo na altura de corte aos 15 cm.

À exceção dos genótipos 7 e 8, o número de panículas aumenta com a altura de corte, verificando-se os maiores aumentos nos genótipos 6, 3 e 5 (130,6%; 107,5% e 80,4% respetivamente). O aumento da altura de corte de 15 para os 45 cm resultou num aumento médio do número de panículas produtivas de quase 50% (47,5%).

Tabela 5 – Número de panículas por planta, separado por genótipo e altura de corte

Genótipo	15 cm		30 cm		45 cm		aumento (%)
	média ± d.p.		média ± d.p.		média ± d.p.		
1	13,5	± 1,61 a	15,67	± 3,04 a	16,8	± 7,57 a	24,44
2	10,7	± 2,34 ab	14,07	± 2,01 ab	13,8	± 4,47 a	28,88
3	7,1	± 1,25 b	12,50	± 0,8 ab	14,7	± 1,72 a	107,51
4	10,8	± 2,60 ab	13,93	± 3,17 ab	17,1	± 5,66 a	58,33
5	9,3	± 0,47 ab	15,23	± 1,57 a	16,8	± 3,42 a	80,36
6	6,1	± 1,56 b	8,93	± 2,25 ab	14,1	± 2,01 a	130,60
7	10,6	± 1,49 ab	7,17	± 1,01 b	7,2	± 1,08 a	-31,76
8	13,5	± 3,96 a	13,57	± 4,39 ab	13,8	± 1,08 a	1,98
9	9,4	± 1,10 ab	10,50	± 4,09 ab	12,6	± 3,16 a	33,22
10	8,2	± 2,76 ab	11,10	± 1,51 ab	10,6	± 2,06 a	29,67
11	7,1	± 1,47 b	9,90	± 1,21 ab	11,3	± 4,16 a	59,62
Aumento médio percentual							47,53

Qualidade do grão

A qualidade do grão é, neste trabalho, avaliada pela percentagem de grão cheios na cultura principal e no rebrote após o corte às diferentes alturas. Na cultura principal a percentagem de grãos cheios foi menor que 70% no genótipo 2 (68,6%) e na variedade 11 (Simão). Foram os genótipos 4 e 5 os que tiveram uma percentagem superior a 80% (82,3 e 83,4% respetivamente) (Figura 16).

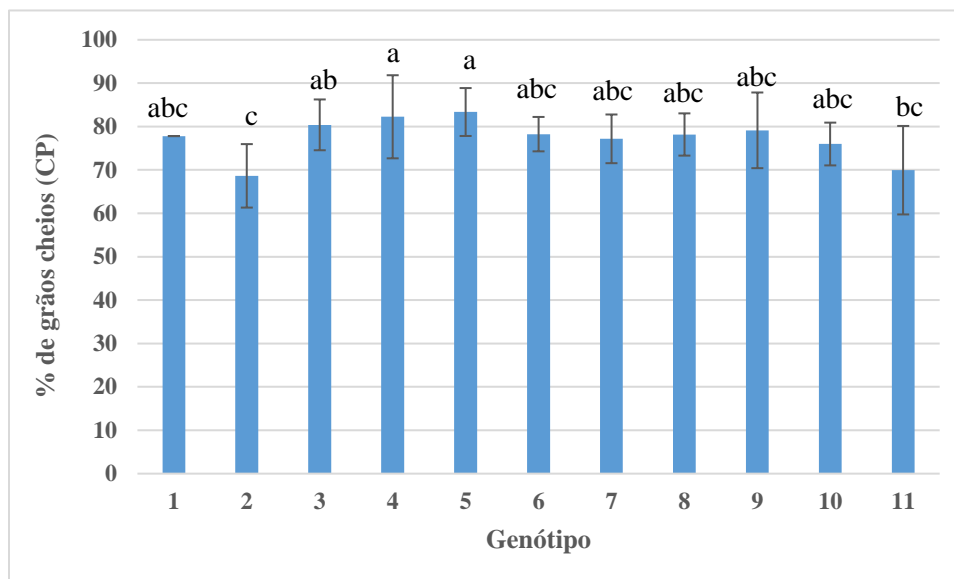


Figura 16 – Percentagem de grãos cheios por genótipo na cultura principal. As barras verticais representam o desvio padrão em cada genótipo. Colunas com letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tuckey HSD, ($\alpha = 0,05$)

A altura de corte da planta após a colheita principal resultou num efeito significativo no preenchimento dos grãos ($p < 0,0001$). A percentagem média de grãos cheios foi significativamente superior na altura de corte a 45 cm, com um valor médio de 80%. A 30 cm esta percentagem foi de 77,5% e a 15 cm foi de 74,9%, valores significativamente diferentes entre si. Também o genótipo influenciou de forma significativa a percentagem de grãos cheios ($p < 0,0001$), bem como a interação entre estas duas variáveis ($p < 0,0001$). Na tabela 6 pode ver-se a natureza das diferenças por genótipo e altura de corte. No corte a 45 cm de altura é o genótipo 2 que apresenta a percentagem de grãos cheios mais baixa, à semelhança do que já se tinha verificado na cultura principal.

Tabela 6: Percentagem de grãos cheios por genótipo de acordo com a altura de corte

Genótipo	15 cm			30 cm			45 cm		
	%	d.p.		%	d.p.		%	d.p.	
1	78,88	± 1,23	a	82,77	± 4,69	a	77,07	± 5,40	ab
2	62,28	± 3,72	c	71,43	± 7,16	a	63,54	± 7,31	b
3	80,16	± 1,94	a	75,55	± 0,89	a	89,13	± 1,95	a
4	78,49	± 4,23	a	76,38	± 2,06	a	85,61	± 3,88	a
5	81,67	± 1,72	a	81,81	± 3,12	a	82,60	± 5,51	a
6	82,23	± 1,85	a	76,74	± 5,11	a	81,78	± 3,42	a
7	76,97	± 3,17	a	77,85	± 1,22	a	80,85	± 5,69	a
8	77,74	± 2,05	a	80,43	± 2,26	a	82,48	± 3,36	a
9	66,53	± 1,30	bc	74,20	± 4,26	a	78,56	± 6,59	a
10	62,91	± 5,69	c	83,64	± 4,61	a	77,64	± 3,58	a
11	75,49	± 6,76	ab	71,67	± 7,01	a	81,21	± 3,06	a
Média	74,85			77,50			80,04		

Comprimento e largura do grão

O comprimento (C) e largura (L) dos grãos bem como a razão C/L também constituem fatores de qualidade do arroz. Na cultura principal comprimento e largura do grão verificou-se na sua maior dimensão no genótipo 2. A análise de variância dos dados destes parâmetros revelou um efeito significativo associado ao genótipo e à altura de corte no rebrote, no comprimento e largura do grão. No que respeita à altura de corte verificou-se que a diferença significativa se verifica entre o corte a 15 cm (2,32 mm) e o corte a 30 cm (2,26 mm). A altura de corte de 45 cm não revelou diferenças significativas entre a largura dos grãos (2,30 mm)

De acordo com o *Codex Standard for Rice* (CXS 198-1995), revisto em 2019: Razão C/L igual ou superior a 3, grãos longos; 2 a 2,9, grão médio e menor que 2, o grão é classificado como pequeno. Assim, os genótipos em estudo possuem todos grãos longos já que a razão C/L na cultura principal e no rebrote é sempre superior a 3. Na cultura principal foram os genótipos 7 e 8 os de menor relação C/L (inferior a 4), logo seguidos da variedade 11, Simão. No rebrote foram os genótipos de menor relação C/L que acentuaram essa tendência de grãos de menor dimensão, não saindo, no entanto, da classificação de arroz longo.

Tabela 7 – Caracterização dos grãos de arroz por genótipo

Genótipo	Cultura Principal (CP)			Rebrote (R)		C/L
	Comprimento (C) (mm)	Largura (L) (mm)	C/L	Comprimento (C) (mm)	Largura (L) (mm)	
1	9,80 ab	2,20 cd	4,54 ab	9,31 bc	2,20 cd	4,24 ab
2	10,23 a	2,50 a	4,30 abc	10,02 a	2,48 a	4,87 a
3	9,19 bcd	2,34 abc	4,06 bc	9,67 ab	2,34 bc	4,16 ab
4	9,76 ab	2,32 bc	4,17 bc	9,88 ab	2,32 bc	4,27 ab
5	9,02 cd	2,15 d	4,02 c	8,84 cd	2,15 d	4,11 ab
6	9,58 bc	2,19 cd	4,29 abc	9,31 bc	2,19 cd	4,26 ab
7	8,88 d	2,33 abc	3,82 c	8,45 d	2,33 bc	3,63 ab
8	9,56 bc	2,44 ab	3,91 c	8,62 d	2,44 ab	3,53 b
9	9,68 ab	2,32 bc	4,30 abc	8,57 d	2,32 bc	3,70 ab
10	9,52 bc	2,15 d	4,79 a	9,60 ab	2,15 d	4,49 ab
11	9,34 bcd	2,29 bcd	4,09 bc	9,00 cd	2,29 cd	3,93 ab
				AC: p=0,4163	AC: p=0,0341	
				G: p=0,0104	G: p<0,0001	
				ACxG: p=0,5145	ACxG: p=0,0293	

AC – Altura de Corte; G – Genótipo

Rendimento

O rendimento, ou produção por unidade cultivada, reflete os cuidados que se tiveram no decorrer da cultura. Esses cuidados, que passam pela seleção de genótipos e pelas técnicas culturais em estudo, entre outros fatores, permitem avaliar a performance das plantas e selecionar as que cumprem o principal objetivo que é o de maior produção de qualidade.

Os genótipos mais produtivos são 1, 8, 9 e 11 (7,9 ton/ha, 7,8 ton/ha, 7,7 ton/ha e 7,7 ton/ha respectivamente) e o menos produtivo é o 7 (5,1 ton/ha).

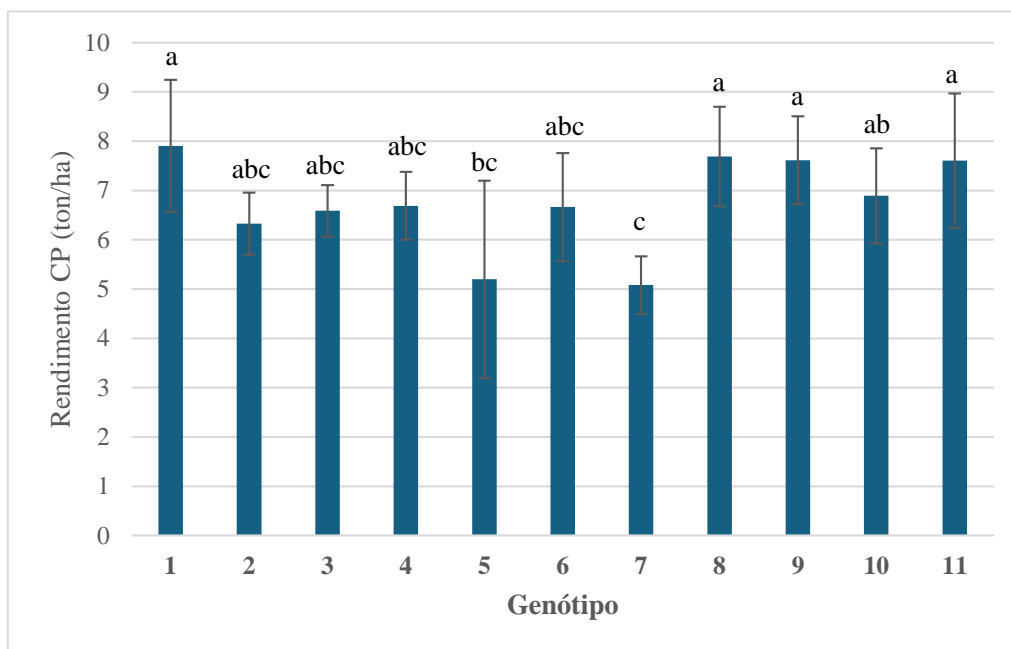


Figura 17 – Rendimento médio em arroz dos diferentes genótipos em estudo. Barras verticais nas colunas representam o desvio padrão. Letras iguais nas colunas significam ausência de diferenças significativas, de acordo com o teste de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

A técnica de corte da planta com vista à obtenção de uma segunda safra nas mesmas plantas permitirá avaliar qual o acréscimo de produção promovido por esta técnica. Na figura 18 pode ver-se que a maior altura de corte (45 cm) é a que permite o maior acréscimo de produção, mas a técnica não parece ter o mesmo impacto produtivo nos diferentes genótipos. Por exemplo, embora a variedade 11 esteja entre as mais produtivas na cultura principal, esta variedade não parece muito beneficiada pela produção do rebrote, já que é nesta variedade que o acréscimo de produção é menor (10 ton/há). Foram os genótipos 1, 8 e 9 os que tiveram a maior produção total (12 ton/há, 12,2 ton/ha e 12 ton/ha respetivamente)

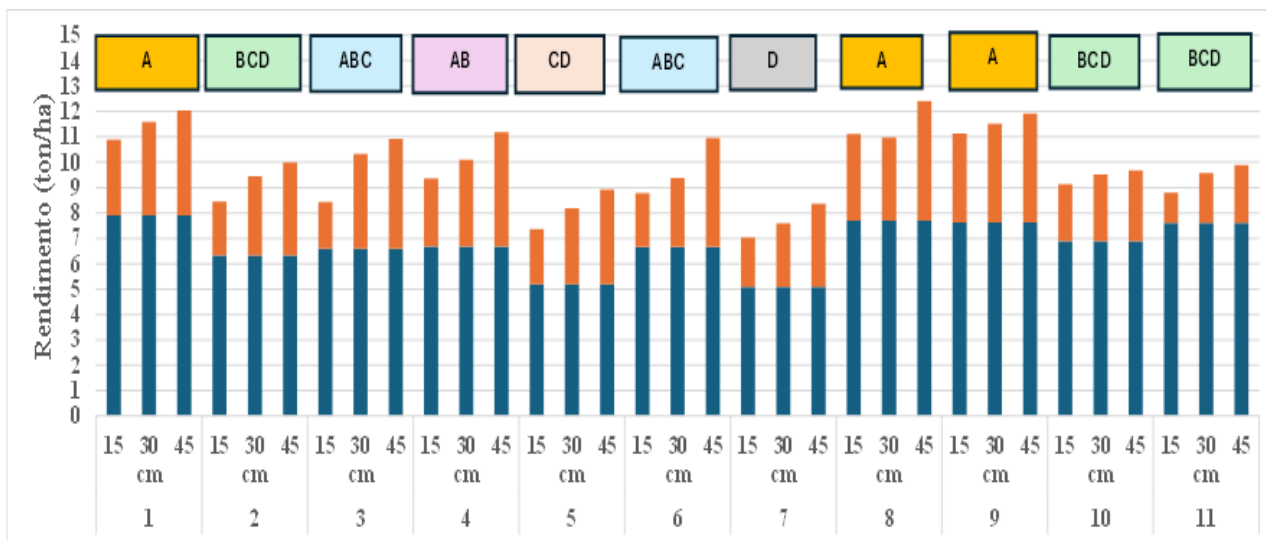


Figura 18 – Rendimento médio em arroz dos diferentes genótipos em estudo, acrescido do valor da produção do rebrote. Para cada genótipo, Letras iguais no conjunto das acrescidas da produção do rebrote significam ausência de diferenças significativas, de acordo com o teste de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

O corte da planta após a produção principal a uma maior altura promove a acumulação de maior quantidade de biomassa aérea que se traduz numa maior capacidade fotossintética e, conseqüentemente, na produção de maior quantidade de fotoassimilados que reverem a favor da formação do grão (Pérez & Alvares, 2008). Embora vários autores refiram ainda o efeito da fertilização no aumento do rendimento da cultura (IRRI, 1988; Shin, et al., 2015), este não terá sido um fator diferenciador porque a fertilização à base de azoto, fósforo e potássio foi a mesma para todas as plantas, tal como está descrito no material e métodos.

Verificou-se ainda uma correlação positiva entre o rendimento do rebrote e o numero de panículas ($p < 0,0001$) e entre rendimento e o grão cheio ($p = 0,0146$).

Conclusão

Os resultados obtidos demonstram que a altura de corte da cultura principal influencia significativamente o desempenho do rebrote do arroz. O corte a 45 cm acima da superfície revelou-se o mais eficaz, promovendo maior biomassa aérea, maior índice de área foliar e, conseqüentemente, maior capacidade fotossintética. Essa condição favoreceu a acumulação

de fotoassimilados e o enchimento eficiente dos grãos, traduzindo-se em superior rendimento do rebrote.

Verificou-se correlação positiva entre o rendimento e o número de panículas por covacho, o percentual de grãos cheios e o tamanho dos grãos no rebrote. Os genótipos 5, 6 e 10 destacaram-se pelo maior número de panículas produtivas, enquanto os genótipos 4 e 5 apresentaram maior número de grãos cheios. Todos os genótipos avaliados pertencem ao grupo de arroz longo.

Os genótipos 1, 8, 9 e 11 tiveram maior produção na colheita principal (7,9 ton/ha, 7,8 ton/ha, 7,7 ton/ha e 7,7 ton/ha respectivamente) e na produção total tiveram (12ton/ha, 12,2 ton/há e 12 ton/há respectivamente) a uma altura de corte de 45 cm, representando uma recuperação média de aproximadamente 70% em relação a colheita principal. Neste contexto a eficácia do rebrote mostrou-se dependente da variedade utilizada, da altura do corte e das condições de manejo para maximizar a produção. Visto que o genótipo 11 teve maior produção na colheita principal mas não se destacou na segunda colheita.

As linhas selecionadas neste estudo apresentam potencial para avaliação em ambientes multi-locais e poderão ser integradas em estratégias de produção sustentável, contribuindo para o aumento da resiliência e produtividade da cultura do arroz em Moçambique.

4.5. Ensaio 4 - Pesquisa de Linhas de Arroz Tolerantes à Salinidade

Durante a campanha orizícola de 2023/2024, foi conduzido um estudo de avaliação da resposta do arroz ao estresse salino em condições de campo em Lionde, localizado no sul de Moçambique. Um total de 136 genótipos foi selecionado e monitorado com base em parâmetros agronômicos críticos, incluindo a qualidade de germinação e o desempenho nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação. Esses genótipos representam um recurso estratégico de grande valor para programas de melhoramento e adaptação, especialmente em zonas amplamente afetadas pela salinização dentro do esquema de irrigação de Chókwè, contribuindo para a sustentabilidade da produção orizícola em ambientes marginalizados.

Introdução

A salinidade é o problema mais disseminado e prevalecente no sistema de irrigação de Chokwé, no Sul de Moçambique, afetando mais de 10000 ha da área total de 26 000 ha adequada para o cultivo do arroz. Esta área, por ser intensivamente irrigada e próxima ao rio Limpopo, é susceptível à acumulação de sais, especialmente se a drenagem for desadequada. Vários estudos mostram salinização dos solos nesta região e perda de produtividade em arroz irrigado. (Nhantumbo, 2009)

De acordo com o Nhantumbo (2009), a salinização tem sido reportada como a principal causa de degradação dos solos de quase 20% das áreas irrigadas. A produção de arroz em Moçambique é baixa devido a fatores abióticos como a salinidade, a baixa fertilidade do solo e a utilização de variedades tradicionais. A salinidade causa danos do desenvolvimento das plantas e causa perdas consideráveis do rendimento. Pode Reduzir a velocidade de germinação; provocar atrasos na emergência (Khan et al., 2003; IRRI, 2013), pode provocar atrasos no crescimento devido a stresse osmótico (menor absorção de água), eventual toxicidade iónica (por excesso de Na^+ , Cl^-), desequilíbrio nutricional (Na^+/K^+), efeitos que se podem quantificar através do registo da altura da planta, número de perfilhos, registo da biomassa seca e avaliação dos teores foliares de Na^+ e K^+ (razão Na^+/K^+) (Munns & Tester, 2008; Zeng & Shannon, 2000). Outros fatores de natureza fisiológica, reprodutiva e de produtividade podem ser afetados pela salinidade. No caso dos efeitos na capacidade reprodutiva pode verificar-se redução no número de panículas, esterilidade de espiguetas, baixo enchimento de grãos, Este fenómeno pode ser avaliado através da Contagem de panículas/m², avaliação da % de espiguetas férteis ou o registo do peso de 1000 grãos (IRRI, 2013; Singh et al., 2010). A quebra na produtividade pode estar associada a valores de condutividade elétrica (EC) superior a 4 dS/m (Munns & Tester, 2008), podendo este parâmetro ser avaliado através do rendimento de grãos (toneladas/ha). Além disso os danos causados por roedores, aves e ervas daninhas também afetam a produtividade.

Os esforços para aumentar a produtividade do arroz em condições de salinidade em Moçambique tem tido um sucesso limitado devido à falta de disponibilidade de variedades tolerantes. Assim, existe grande potencial para desenvolver variedades tolerantes através da seleção de uma vasta gama de genótipos dentro de linhas de arroz. O objetivo deste trabalho foi avaliar e identificar a tolerância de genótipos de arroz em condições de salinidade.

Materiais e Métodos

A experiência decorreu no campo de um agricultor de Lionde, no distrito de Chokwé, situado a 18° 40'S; 35° 31'E, durante a época de produção do arroz 2023/2024, de janeiro a junho de 2024. Nesta experiência, uma grande população de 136 genótipos de arroz provenientes do International Rice Research Institute (IRRI), foi avaliado sob condições de campo utilizando o delineamento em rede alfa (alpha-lattice), estruturado com duas repetições. Este delineamento, classificado como um tipo de blocos incompletos balanceados, é especialmente recomendado para ensaios com elevado número de tratamentos, como os realizados em programas de melhoramento genético, devido à sua flexibilidade quanto ao número de repetições e à capacidade de controlar a variabilidade experimental. Conforme destacado por Khan et al. (2015), o delineamento alpha-lattice é especialmente útil em ensaios de adaptabilidade varietal, pois melhora a precisão dos resultados, Isso o torna uma ferramenta eficaz para identificar genótipos promissores em ambientes com alta variabilidade.

O desenho experimental foi constituído por 3 linhas de 5 m de cada genótipo, semeadas no compasso de 20 x 20 cm. Um total de 20 amostras de solo (4 amostras constituídas cada uma por 5 subamostras) de toda a parcela foram recolhidas a 0- 20 cm de profundidade e levadas para o laboratório para análise laboratorial.

Os parâmetros avaliados nos 136 genótipos foram: i) número de dias para 50% de floração quando 50% das flores emergiram da panícula; ii) altura da planta (medida no estado de maturidade em 5 plantas de cada parcela), iii) o número de panículas produtivas por metro quadrado, iv) o rendimento, v) foram detetados danos devido à presença de ratos e à influência de aves que comeram parte da produção. A gravidade dos danos causados pelas aves foi estimada em percentagem (%); vi) o aspeto das plantas no que respeita à tolerância e suscetibilidade à salinidade. Neste parâmetro foi usada a escala do IRRI (2013), expressa na tabela 8.

A colheita dos grãos consistiu na recolha de panículas de toda a parcela mantidas em sacos transparentes, secas ao sol para a redução de teor de humidade, sendo posteriormente registado o teor de humidade e o rendimento que foi transformado em toneladas por hectare.

Tabela 8: Escala de sintomas de salinidade na planta do arroz (IRRI, 2013)

Nota	Classificação	Sintomas Visuais Dominantes
1	Muito Tolerante	Crescimento normal, sem sintomas de toxicidade
3	Tolerante	Pontas das folhas ligeiramente amarelas ou queimadas
5	Moderadamente Tolerante	Crescimento reduzido, clorose visível, necroses nas pontas das folhas
7	Sensível	Crescimento muito reduzido, clorose muito acentuada, necroses em grandes áreas, algumas mortes
9	Altamente Sensível	Crescimento mínimo ou nulo, necrose severa, maioria das plantas mortas

Resultados

Análises de Solo

Na Tabela 9 encontram-se os resultados médios das análises efetuadas nas amostras de solo.

Tabela 9. Resultados laboratoriais da análise ao solo

Identificação	Complexo de Troca (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)							PST (%)	CE (mS/cm) (1:2,5)	pH (H ₂ O) (1:2,5)
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	AT	Al T	CTCe			
IRRI-1 Dique 9	9,9	4,38	0,59	1,12	0	0	15,99	7,00	0,18	7,02
IRRI-2 Dique 9	9,54	5,14	0,8	1,23	0	0	16,71	7,36	0,15	6,76
IRRI-3 Dique 9	10,9	4,58	0,71	0,91	0	0	17,1	5,32	0,18	6,69
IRRI-4 Dique 9	9,72	6,56	0,71	1,03	0	0	18,02	5,72	0,16	6,72

Identificação	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	Fósforo(P) Olsen mg kg ⁻¹	Matéria Orgânica (%) W-B	C (%)	N (%) Kjeldhall	C/N
IRRI-1 Dique 9	2,26	7,42	24,20	10,44	0,50	0,29	0,09	3,23
IRRI-2 Dique 9	1,86	6,43	18,35	12,42	0,80	0,47	0,05	9,30
IRRI-3 Dique 9	2,38	6,45	21,80	13,48	1,25	0,73	0,05	14,53
IRRI-4 Dique 9	1,48	9,24	22,93	15,46	1,02	0,59	0,06	9,88

Identificação	Textura			Classe Textura
	% Areia	% Limo	% Argila	
IRRI-1 Dique 9	61,5	9,8	28,7	Franco-Argilo-Arenoso
IRRI-2 Dique 9	62,1	3,65	34,3	Franco-Argilo-Arenoso
IRRI-3 Dique 9	60,5	10,4	29,1	Franco-Argilo-Arenoso
IRRI-4 Dique 9	59,6	9,2	31,2	Franco-Argilo-Arenoso

CTC_{Ee} – acetato a pH 7; AT- Acidez de Troca; Al T – Alumínio de Troca;

PST – Percentagem de Sódio de Troca ((Na/CTC_{Ee}) x100); CE – Condutividade elétrica; W-B – Método Walkey-Black

De acordo com os resultados analíticos apresentados, na camada 0-20 cm não se identificam sintomas críticos de salinidade. Os valores de capacidade de troca catiónica efetiva são classificados de “médios”. Não foi detetada acidez de troca nem alumínio de troca (INIAV, 2022); o pH é neutro, a condutividade elétrica (CE), não oferece preocupação por ser inferior a 0,8 mS/cm. Apesar destes resultados, a percentagem de sódio de troca (PST%) apresenta-se em duas das repetições com valores superiores a 6. De acordo com a classificação destes valores, acima de 6 o solo tende para a sodicidade o que pode ser uma característica desadequada para plantas ou genótipos mais sensíveis. O fósforo Olsen é classificado de “médio” já que os valores se encontram entre 10 e 20 mg kg⁻¹, a matéria orgânica apresenta valores muito baixos, que se refletem também na concentração muito baixa de azoto “total” do solo, já que há uma relação muito próxima entre estes dois parâmetros.

No que respeita à análise dos outros parâmetros em estudo neste trabalho, o resumo da análise dos dados encontra-se na tabela 10

Tabela 10: Análise dos dados dos parâmetros avaliados no ensaio de salinidade

Estatística	Dias até 50% da Floração	Altura plantas (cm)	Nº Panículas/m ²	Suscetibilidade à salinidade	Rendimento T/ha (*)	Rendimento T/ha (**)
Máximo	80	116	500	9	9288	9288
Mínimo	46	65,2	105	1	0	760
Média	59,5	86,2	253,6	5,0	4281	4941
d.p.	6,5	9,2	64,6	1,7	2040	1332
Mediana	58	85	243	5	4596	4874
ANOVA Genótipo	p<0,0001	p<0,0001	p=0,9776	p=0,0446	p=0,0008	p=0,0026
N	272	272	272	272	272	229

* - Rendimento considerando a totalidade dos valores registados

** - Rendimento com a exclusão dos genótipos aos quais se associaram perdas superiores a 80% provocadas por roedores e aves (foram excluídos 43 valores)

Número de dias por genótipo até à 50% da floração

Os parâmetros avaliados nos 136 genótipos foram: i) o número de dias para que se atingisse 50% de floração quando 50% das flores emergiram da panícula.

Considerando os diferentes genótipos, o número de dias para que se atingisse 50% da floração variou entre 46 e 80 dias, com e 116 um valor médio de $59,5 \pm 6,5$ dias e a mediana apresentou o valor de 59 dias. A diferença entre genótipos é muito significativa ($p < 0,0001$). Com número de dias menor ou igual a 50 encontram-se os genótipos 14,17, 38, 87, 89 e 116. Com mais de 70 dias estão 10 dos genótipos: 1, 3, 6, 7, 10, 32, 46, 48, 50 e 97.

Altura das plantas

A altura das plantas variou entre 65 e 116 cm. A altura média foi de 86,2 cm e a mediana fixou-se nos 85 cm. O tipo de genótipo determinou de forma significativa a altura ($p < 0,0001$) (tabela 10). São 31 os genótipos com menos de 80 cm de altura, sendo 1,100 e 119 os que não atingiram o valor médio de 70 cm. Foram doze os genótipos com mais de 1 metro de altura: 32,46, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 84, 85, 86 e 87. Ainda assim, nenhum dos genótipos avaliados apresentou altura excessiva que favorecesse a ocorrência de acama, mantendo-se todos dentro de uma faixa agronomicamente segura para a estabilidade das plantas.

Número de panículas/m²

O número de panículas produtivas por metro quadrado variou entre 105 e 500. O valor médio foi de 254 e mediana foi de 243. A grande variabilidade neste parâmetro determinou ausência de significância para o genótipo ($p = 0,9776$). No entanto podem destacar-se 16 genótipos com valores médios de panículas por metro quadrado inferiores a 200 (7, 12, 16, 18, 46, 51, 55, 66, 82, 84, 89, 100, 101, 115, 124 e 132). Com número igual ou superior a 300 registaram-se 18 genótipos com destaque para os 6, 27, 34, 65, 71, 104 e 106 todos com mais de 320 panículas por metro quadrado.

Rendimento

O rendimento destes 136 genótipos cultivados em duplicado (com um total de 272 observações) variou entre 0 e 9288 toneladas por hectare, com uma influência significativa do genótipo ($p = 0,0008$). Na fase final do ciclo verificou-se o ataque ao ensaio por aves e roedores tendo sido os prejuízos estimados em percentagem. Assim, considerando que vários genótipos tiveram o seu rendimento comprometido em 100%, fez-se uma nova análise com a exclusão dos genótipos com perdas de rendimento superiores a 80%. Registaram-se 8

genótipos sem qualquer registo de produção (1, 3, 6, 32, 36, 46, 48 e 50) e 26 genótipos com apenas uma observação de produção em vez das duas relativas às repetições. No total foram excluídos 43 valores. Os resultados da tabela 10 mostram que nestas circunstâncias o rendimento médio foi de 4941 kg/ha, estando a mediana nas 4874 kg. O genótipo ainda influencia de forma significativa este parâmetro ($p=0,0026$). Nestas circunstâncias, os genótipos menos produtivos (com menos de 3 toneladas/ha) foram 4, 33, 53, 121, e 119. Com mais de 7 toneladas/ha registaram-se os genótipos 125, 97, 79, 86, 42 e 81, este último com uma produção média de 7825 kg/ha.

Suscetibilidade dos genótipos à salinidade

No conjunto dos 136 genótipos verificou-se uma grande gama de sensibilidade e resistência à salinidade. De acordo com a tabela 8 as classificações variaram de 1 a 9, como o valor médio e a mediana situada na classificação 5, ou seja, moderadamente tolerante. A influência do genótipo é significativa ($p=0,0446$). Os genótipos mais tolerantes são 13, 27, 38 e 105 (com graus de tolerância entre 1,5 e 2,5) e os genótipos 22, 24, 30, 35, 37, 86 e 103 todos com valor de tolerância médio de 3). Os genótipos mais sensíveis (grau igual ou superior a 7) são 11: 12, 46, 48, 54, 57, 64, 82, 83, 122 e os genótipos 50 e 119 foram os que registaram maior sensibilidade à salinidade, com valores registados de 8,5.

Uma análise comparativa dos genótipos com valores nos limites inferiores e superiores para os diferentes parâmetros não mostrou nenhum padrão específico de relação entre eles. Por exemplo, os 4 genótipos indicados como mais tolerantes não se encontram entre os mais produtivos ou entre os que possuem maior número de panículas por metro quadrado. Também não se verificou nenhuma relação significativa entre cada um dos parâmetros avaliados.

Estes resultados podem estar relacionados com o baixo grau de salinidade do solo usado neste ensaio anteriormente discutido, e pode estar ainda relacionado com as perdas provocadas pelos pássaros e pelos roedores que não foram controladas com eficácia. Assim, apesar da identificação clara de plantas mais tolerantes a algum grau de salinidade identificado pela relativamente elevada percentagem de sódio de troca detetada em duas das 4 amostras da tabela 9, e da identificação de alguns genótipos como muito sensíveis, os resultados deste trabalho são um pouco inconclusivos. É necessária a sua repetição com um

maior número de repetições das análises de solo bem como a adoção de medidas de proteção mais reforçada contra ataque de aves que comprometem a produção verdadeira de cada genótipo.

Conclusão

Este ensaio permitiu avaliar 136 genótipos de arroz em condições de campo com salinidade moderada. Embora não tenha sido possível encontrar uma ligação direta entre tolerância à salinidade e produtividade, foi possível identificar genótipos com diferentes níveis de tolerância e sensibilidade. Isso mostra que há diversidade genética importante, que pode ser útil em futuras seleções.

Alguns fatores limitaram os resultados, como o baixo nível de salinidade no solo e os danos causados por aves e roedores, que afetaram a produção. Mesmo assim, o ensaio foi valioso, pois ajudou a levantar questões importantes e mostrou caminhos para melhorar os próximos estudos. Com mais repetições e melhor proteção das plantas, será possível obter resultados mais claros e identificar variedades realmente adaptadas a solos salinizados.

5. Conclusões

Os quatro ensaios analisados neste trabalho mostram que Moçambique tem potencial para melhorar significativamente a produção de arroz. Os dados obtidos demonstraram que algumas linhas avançadas e híbridos apresentaram rendimento superior, boa tolerância a salinidade e capacidade de regeneração pós-colheita.

O ensaio de variedades aromáticas mostrou um bom rendimento produtivo, embora com um ciclo mais longo.

O ensaio de avaliação de adaptabilidade de duas variedades híbridas, mostrou desempenho estável, revelando ampla adaptabilidade e produtividade consistente.

A prática de rebrote revelou-se promissora como estratégia de redução de custos e aproveitamento do ciclo residual das plantas, oferecendo uma solução prática para aumentar a produtividade sem expandir a área cultivada.

Quanto ao ensaio de avaliação de linhas tolerantes a salinidade foi identificada diversidade genética entre os genótipos avaliados, com alguns deles a mostrar tolerância à

salinidade. Essa variabilidade genética representa uma oportunidade para o desenvolvimento de linhas mais promissoras em ambientes adversos.

Estes resultados reforçam o papel do IIAM na geração de soluções adaptadas as condições locais. Para o futuro, recomenda-se ampliação dos ensaios ao longo de diferentes ciclos agrícolas, com o objetivo de validar a consistência dos resultados. Também é essencial garantir que os avanços da investigação cheguem aos produtores de forma eficaz, contribuindo para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, G. B. & SANTIAGO, C. M. Guia Prático, *Manejo do arroz de sequeiro Favorecido*, Brasília, Embrapa, 2018.
- Africa Rice, *Good Practices in Rice seedling transplanting, Small holders Agricultural A training manual landfield Guide to small Rice Production*, September, 1982.
- AKINTAYO, I. & SIZI, D. Ministry of Agriculture, Africa Rice, *Rice Production Training Manual*, Liberia. s/data.
- ALEMAR, C. et al, *Recomendações Técnicas para o Cultivo de arroz no Estado do Espírito Santo, Articulações Pesquisa –Extensão*, Vitoria-ES: EMATER-ER & EMCAPA, 1987.
- BATTAGLIA, B. PERES, J. R., *Rizicultura real, um premio a produtividade e qualidade, recomendações técnicas para o cultivo do arroz de sequeiro*, Brasília, 1996.
- CARMONA, F. C. ANGHINONI, I. WEBER, E. J., *Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no rio grande do Sul*, IRGA, Cachorinha, 2011.
- CAPAINA, N. *Dinâmicas na Produção Agrícola No Vale do Limpopo: O caso do arroz, OMR (Observador do Meio Rural) n° 124*, Maputo, Moçambique, 2022.
- Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias Agrárias de Umbelúzi (CITTAU): *A história de um ‘presente’ chinês a Moçambique*”, Moçambique, 2018.
- CRUZ, R. P. Estação experimental do arroz; *Exigências Climáticas para a cultura do arroz; Cachoeirinha*, 2010.
- CRUZ, R. P. *Exigências Climáticas para o cultivo do arroz, Aptidão ecológica da cultura do arroz*, CIAGRO, 2009.
- Estudo de Base de Monitoria da Estratégia Nacional de Desenvolvimento do Arroz; A coligação para o Desenvolvimento do Arroz Africano (CARD), Relatório Final*, 2023.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Production guidelines for rice, Project first season-long training of trainers on integrated rice crop management under the national rice*, Fiji 2017.
- FONSECA, J. R. CUTRIM, V. A. GUSMÃO, A. R. E; FARIA, J. M, *Descritores Botânicos, Agronômicos e Fenológicos do Arroz (Oryza sativa L.)*, Embrapa, 2008.
- FONSECA, J. R. SILVA, J. G. *Perdas de Grãos na colheita do arroz*, 2ª edição Revista actualizada, Embrapa, Goiania, 1997.
- GROTH, D. LEE, F. *Rice Diseases, Rice: Origen, Technology, and Production*, United States of America, 2003.
- GUIMARÃES, C. M. FAGERIA, N. K. FILHO, M. P. B. *Como a planta do arroz se desenvolve*, Encarte informações agronômicas Brasil, 2022.

- HAIDER, I. et al. *Rice cultivation Systems, Modern Techniques of Rice Crop Production*, The Springer, Singapore, 2022.
- IIAM, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Novembro, 2017.
- IIAM, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, 2024.
- INIAV, Instituto de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. *Manual de Fertilização das Culturas*. INIAV (Ed). Lisboa, Portugal, 2022.
- IRGA, Instituto Rio Grandense do Arroz, *Manual de boas práticas para o cultivo do arroz na Bacia do Prata*, 2016.
- IRRI, International Rice Research Institute, *Steps to successful rice production*, Makati City-Philippines, 2015.
- IRRI, International Rice Research Institute, *Hybrid Rice Breeding Manual*, Philippines, 1997.
- IRRI, International Rice Research Institute, *Rice Ratooning*, Philippines, 1988.
- IRRI, International Rice Research Institute. *Standard Evaluation System for Rice (SES), 5th Edition*. Los Baños, Philippines, 2013.
- IRRI, International Rice Research Institute, *The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant*, Philippines, December, 1965.
- JIANG, G. XIE, X. ZENG, Y. HUANG, S. ZENG Y. HUANG, G. *Factors affecting the responses of rice quality to global warming in the field conditions: a meta-analysis*. 2025, SCL. DOI 10.1002/jsfa.14392.
- JICA, *Manual Técnico da JICA para a rizicultura em África, Revisão da implementação da CARD Coalition for Africa Rice Development 2008-2018*, Abril, 2021.
- KHAN, M. A. UNGAR, I. A. SHOWALTER, A. M. *Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte *Atriplex griffithii* var. *stocksii**. *Annals of Botany*, 92, 259–266, 2003.
- KORDROSTAMI, M. MAFAKHERI, M. CHALESHTORI, M.H. *Characteristics of Grain Quality in Rice: Physiological and Molecular Aspects*. In: *Handbook of Plant and Crop Physiology*, 2021, 147-157. EyMohammad Pessaraki Ed. Boca Raton. CRC Press <https://doi.org/10.1201/9781003093640>
- KILLENGA, S. K. CHUWA, C. MVUKIYE, N. ZAKAYO, J. PAUL, I. KIMARO, D. *Rice Production Manual*, International Institute of Tropical Agriculture, Tanzania, 2020.
- LIAO, C. FANG, S. ZHANG, H. LIU, L. Xie, J. Li, X. Cao, F. CHEN, J. HUANG, M. *Grain Yield and Yield. 2024. Attributes of Currently Popular Hybrid Rice Varieties Compared to Representative Super Hybrid Rice Varieties in Subtropical Environments*. *Agronomy* 2024, 14, 318. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020318>.

- LOBO, V. L.S. FILIPPI, M. C. C., *Manual de Identificação de Doenças da cultura de arroz*, Embrapa, Brasília, 2017.
- MAE, Ministério de Administração Estatal, *Perfil do distrito de Chokwé*, Edição 2005.
- Manual do Empreendedor Moçambique, *Um estudo realizado por CESO CI Portugal para a AIP-Feiras, congressos e eventos no âmbito do Gren-* Elaborado por CESO CI Portugal versão 2011.
- MANIGBAS, N. L. PADOLINA, T. F. DESAMERO, N. V. RIGOR, A. T. MASAJO, T. M., *Rice Breeding Operations Manual of the Philippine Rice Research Institute Philippine*, 2023.
- MARCOLAN, A. L.; *Sistemas de produção de arroz de terras altas*, 4ª edição, Embrapa, Brasil, 2008.
- MIC, Ministério da Economia, *Portal do Governo de Gaza*, 2007.
- MINAG, Ministério da Agricultura, *Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Sector Agrário (PEDSA 2010 - 2019)* Maputo, 2010.
- MIMAIP, Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas, *Elaboração do plano de ordenamento do espaço marítimo (POEM), Relatório E4 Inventário e caracterização Ambiental*, Maio 2020.
- Ministry of Agriculture, National Directorate of Agricultural Extension, *Manual on rice Cultivation, PROMPAC, The project for Rice Productivity improvement in Chokwe Irrigation Scheme*, Japan International Cooperation Agency, JICA, First Edition, 2014.
- MORRIS, M. L. *Rice Production, A Trainig Manual and Fild guid to small irrigated rice production* Washinton, 1982.
- MUNNS, R. TESTER, M. *Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681, 2008.
- Myfarm blo, *Cultura do arroz características e sistemas de cultivo*, 2024.
- NETO, A. A. O, *Cultura do Arroz, companhia Nacional de abastecimento*, Brasília, 2015.
- NHANTUMBO, N. S. *Perceptions about salinity and the existing strategies to cope with the hazard in the Chókwè irrigated perimeter-Mozambique*. MSc Thesis, Wageningen University., 2009.
- NRDP, *Programa Nacional para o Desenvolvimento do Arroz*, MASA- Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar, 2016.
- NOVA, Y. *Dilemas da cadeia de valores de semente de arroz: o caso do Chokwe*, OMR, Observador do Meio Rural n°273, 2024;

- FAO, Governo de Moçambique, Quadro das Demandas e Propostas de Guiné-Bissau, *Para o Desenvolvimento de um Programa Regional de Cooperação entre Países da CPLP no domínio da Luta contra a Desertificação e Gestão Sustentável das Terras*. TCP CPLP/FAO -MADRRM, copyright, 2009.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2023.
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- OLIVEIRA, V. MARTINS, J. S. PRABHU, A. S. FILHO, M. P. B. *Sistema de Produção para arroz de Sequeiro*, Embrapa, 1980.
- PATRÍCIO, D. SAMO, G. DEUS, N. *Relatório de Moçambique Formulação de um programa para a implementação da convecção das Nações Unidas de Combate a Desertificação (UNCGD) nos países de CPLP*, 2009.
- PNA, *Programa Nacional do Arroz*, 2030, MADER- Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Novembro de 2022.
- QUINTON, M. *Rice production manual produced in collaboration the Californian Rice Research board*, 2018.
- RAN, Y. CHEN, H. RUAN, D. LIU, H. WANG, S. TANG, X. et al., Identification of factors affecting rice yield gap in southwest China: An experimental study. 2018, PLoS ONE 13(11): e0206479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206479>.
- RBL, Regadio de Baixo Limpopo, *Gestão do Recursos Hídricos em Moçambique*, Gaza, 2005.
- PRIDE, *Promotion of Rice Development Rice Cultivation Handbook, Promotion of Rice Development*, project, Uganda, 2015.
- ROST, T. L. *Flower Rice Anatomy, Section of Plant Biology*. Division of Biology Sciences, 1997.
- SANTOS, A. B. SANTIAGO, C. M., *Informações Técnicas para a cultura do Arroz Irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil*, Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento, Embrapa, Goiás, 2014.
- SANTOS, A. B. STONE, L. F. VIEIRA, N. R. A., *Cultura do Arroz no Brasil*, 2ª edição Revista e Ampliada, Embrapa, Goiás, 2006.
- SARWAR, N. REHMAN, A. UR, A. SHAKEEL, H. *Modern Techniques of Rice Crop Production*, The Springer, Singapore, 2022.

- SCOLARI, D. D. G. CUNHA, E. Â., PERES, J.R.R., *Recomendações técnicas para o cultivo de arroz de sequeiro, Rizicultura real, um prêmio a produtividade e qualidade*, Brasília, Embrapa, 1996.
- SHAH, P. SHAH, M. K. MISHRA, A. BHATTRAJ, R. K. *Nitrogen Levels Effects on Different Maturity Duration Hybrid Rice at Parwanipur, Bara, Nepal*. 2023, 7(1): 50-56. <https://doi.org/10.3126/aj.n.v7i1.62082>.
- SHIN, J.H. KIM, S. PARK, S., *Effects of stubble height, irrigation and nitrogen fertilization on rice ratooning in Korea*, Division of crop Breeding, Republic of Korea, 2015.
- SINGH, R.K FLOWERS, T.J. KHUSH, G.S. Salt tolerance in rice: present and future. In: P.S. Minhas et al. (eds.), *Irrigation Management and Soil Salinity in the Indo-Gangetic Basin of India*. New Delhi: IWMI; 2010.
- SMITH, C. W. DILDAY R. H. *Rice, Origen, history, technology, and production, United States of America*, 2002.
- PEREZ, R. P. ALVARES, R. C. *Praticas de diferentes Alturas de cortes Al cultivo de rebrote y su influencia en el rendimiento del arroz (Oryza sativa L.)*, 2008.
- TANAKA, W. TAIYO, T. HIRANO, H., *advance in botanical research*, volume 72, Elsevier, 2014.
- TRIPATHI, K. GOVILA, O. P. WARRER, R. AHUJA, V. *Biology of Oryza Sativa L. (Rice), Series of Crops specific Biology Documents*, India, 2011.
- VASCONCELOS, T. MONTEIRO, A. LIMA, A. FORTE, P. *Infestantes de arrozais de Portugal*, Serie didática Herbologia, 1ª edição ISA, Lisboa, 2020.
- WANG, W. HE, A. JIANG, G. SUN, H. JIANG, M. MAN, J. LING, X. CUI, K. HUNAG, J; PENG S. NIE, L. Chapter Four - *Ratoon rice technology: A green and resource-efficient way for rice production*. In *Advances in Agronomy*, 2020, Volume 159, Pages 135-167. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.07.006>.
- YOSHIDA, S. *Fundamentals of Rice Crop Science*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute (IRRI), 1981.
- ZANDAMELA, C. B. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Direção Nacional de Extensão Rural, *Técnicas de Produção de Arroz*, Maputo, 2004.
- ZENG, L. SHANNON, M. C. *Salinity effects on seedling growth and yield components of rice*. *Crop Science*, 40, 996–1003, 2000.
- ZHANG, Y. SHENG, T. SHANG, L. ZHANG, B. JIN, L. HOU, F. HARRISON, M.T. Huang, L. JIN, Z. TIAN, X. et al. *High Stubble Height Enhances Ratoon Rice Yield by Optimizing Light–Temperature Resource Utilization and Photothermal Quotient*. *Plants*, 14, 2222. 2025; <https://doi.org/10.3390/plants14142222>

ZINGORE S. WAIREGI L. NDIAYE, M. *Africa Soil Health Consortium, Guia dos sistemas de cultivo do arroz*, CAB Internacional, Nairobo, 2014.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arroz>, 2022.

<https://observador.pt/2025/04/10/arroz-importado-por-mocambique-bate-recorde-de-400-milhoes-de-euros-em-2024>.

<https://coracaoafricano2532014.wordpress.com/2015/05/11/gaza-mocambique/>.