UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

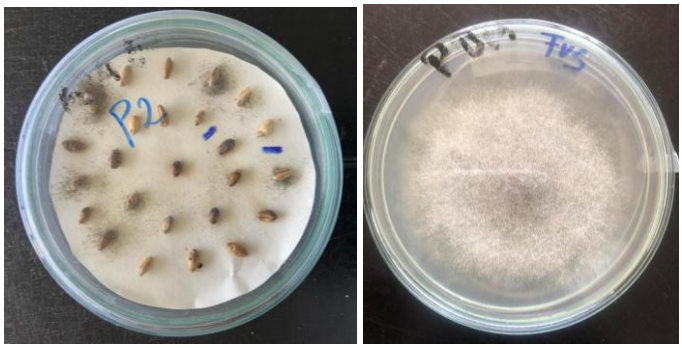
Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Protecção Vegetal

Licenciatura em Engenharia Agronómica

Projecto Final

Avaliação da ocorrência de fungos fitopatogénicos em sementes de 5 diferentes variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.)



Autora:

Luana Isac Courado

Supervisores:

Professor Doutor João Bila (PhD)

Eng. Amândio Muthambe (MSc)

Maputo, Setembro de 2025

Avaliação da ocorrência de fungos fitopatogénicos em sementes de diferentes variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Trabalho de culminação do curso submetido à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Protecção Vegetal) em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do grau académico de Licenciada em Engenharia Agronómica, sob orientação do Prof. Doutor João Bila e Eng°. Amândio Muthambe.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Luana Isac Courado, declaro por minha honra que este trabalho de culminação do curso é de minha autoria, nunca foi submetido para a obtenção de algum grau académico, é resultado do trabalho individual e da orientação dos supervisores. Este trabalho é apresentado como um dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Agronómica na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

_____

(Luana Isac Courado)

Data___/___/2025

AGRADECIMENTOS

À Deus, minha força motriz, toda honra e glória.

Aos meus pais, Francisca Gomes e Isaac Courado pelo esforço que fizeram para minha formação, ao longo da caminhada académica, contei com o vosso apoio incondicional, sem vocês não seria possível concluir essa fase;

Aos meus supervisores, Engenheiro Amândio Muthambe e Professor João Bila pelos conhecimentos transmitidos, pela orientação, atenção e paciência durante a realização do trabalho.

Aos técnicos do laboratório de Fitopatologia, especialmente as senhoras Graça Muhazule e Jordina Malevo, pela colaboração e prontidão em ajudar.

À minha família, em especial aos meus irmãos Isaac, Márcio e Émercio que me estimularam a concluir os estudos, ao meu tio Ananias Gomes e a minha tia Adelaide Cossa in memória por acreditarem no meu potencial e pelo papel importante que desempenharam na minha educação;

Aos meus amigos, Felita Mate, Carlota Monjane, Ernesto Mate, Eurídice Chiwissa, Nelícia Mucavele e Hermínia Nhantumbo, e a toda "Team dos sonhos" pelas orações e pelo companheirismo, tornaram a caminhada na FAEF mais leve e alegre;

Aos meus colegas da FAEF, Santos, Domingos, Idelson, Leontina, Joice, Elton Tonela e a todos os meus colegas que acompanharam de perto o meu trajecto;

Aos meus colegas do laboratório, Iúria Machiana, Délcio Marques e Naida Mohomed pelo apoio nos momentos difíceis e pelos momentos de descontracção proporcionados no ambiente de trabalho;

As minhas colegas do estágio, engenheiras agrónomas recém-formadas, Brígida Muchanga e Débora Macucule pela motivação para terminar o trabalho. Ao engenheiro Aires Mavulule pelo grande apoio emocional e por ter disponibilizado seu tempo escasso para me ajudar. Agradeço de forma especial ao meu namorado Samuel Daniel Chumane.

À Todos que contribuiram directa ou indirectamente para essa realização.

MUITO OBRIGADA**!**

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, minha fonte de inspiração, Isaac Courado e Francisca Gomes,

Pelo amor, carinho, educação e apoio que sempre me deram.

Aos meus irmãos Isaac Courado Júnior, Márcio Courado e Émercio Courado

em especial ao Isaac Júnior pela motivação;

Aos meus amigos pelo apoio.

DEDICO!

RESUMO

Os fungos fitopatogénicos são responsáveis por reduzir significativamente a produção e produtividade da cultura de trigo, pois ao infectarem as sementes podem causar problemas sanitários significativos, afectando a germinação da semente, o crescimento e o desenvolvimento da cultura, consequentemente comprometer o sucesso da produção. O presente trabalho teve como objectivo, avaliar a ocorrência dos fungos fitopatogénicos em sementes de 5 variedades de trigo (G7, G8, G11, G13 e G24). As sementes foram submetidas a inspecção a seco para detectar as anomalias da semente e ao teste de sanidade pelo método de câmara húmida para identificar e quantificar os fungos associados a semente. As anomalias detectadas em todas as variedades foram casos de descolorações, dano por insectos, e presença de micélio. Pelo metódo de camâra húmida, foram analisadas 200 sementes por amostra através do microscópio estereoscópico. Foi feito o teste estatistico Kruskal-Wallis para verificar a existência de diferenças entre as variedades e também, procedeu-se com o teste de Dunn para comparações múltiplas entre os grupos, utilizando o valor de p ajustado para identificar quais pares de variedades apresentaram diferenças significativas na incidência dos fungos. As análises estatísticas foram realizadas com o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) com recurso ao software R (versão 4.2). Os resultados indicaram a ocorrência de 6 géneros e 9 espécies de fungos, nomeadamente: *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium moniliforme, Fusarium solani, Microdochum oryzae, Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. Destes destacaram-se *Fusarium moniliforme, Fusarium solani* e *Rhizopus* sp. pela alta incidência e sua ocorrência em todas amostras. As variedades G11 e G8 mostraram maior incidência do fungo *Fusarium moniliforme* (76,5% e 68%). A incidência de *Rhizopus* sp. foi maior nas variedades G7 e G11 (79,5% e 79%). A variedade G7 apresentou maior incidência do *Fusarium solani* (84%).

Palavras-chave: Semente, Variedade, Incidência, Fungo.

INDÍCE

DECLARAÇÃO DE HONRA i
AGRADECIMENTOS ii
DEDICATÓRIA iii
RESUMO iv
LISTA DE FIGURAS vii
LISTA DE TABELAS viii
LISTA DE ANEXOS ix
LISTA DE ABREVIATURAS x
I. INTRODUÇÃO 11
1.1. Antecedentes 11
1.2. Problema de estudo e Justificação 13
1.3. Objectivos 14
1.3.1. Objectivo geral 14
1.3.2. Objectivos específicos 14
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1. Produção do trigo em Moçambique e no mundo 15
2.2. A Cultura de trigo (*Triticum aestivum L.*) 15
2.3. Importância da cultura de trigo 16
2.4. Qualidade da semente 17
2.4.1. Qualidade genética 17
2.4.2. Qualidade física 18
2.4.3. Qualidade fisiológica 18
2.4.4. Qualidade sanitária 20
2.5. Importância dos fungos 21
2.6. Armazenamento de sementes 22
2.7. Factores que influenciam o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento da semente 22
2.8. Acção dos fungos no armazenamento de sementes 23
2.9. Acção dos insectos no armazenamento de sementes 23
2.10. Problemas causados pelos fungos de campo 23
2.11. Associação entre o patógeno e a semente 24
2.12. Transmissão dos patógenos associados a semente 25
2.13. Principais fungos que atacam a semente de trigo 26
III. METODOLOGIA 29
3.1. Avaliação da qualidade fisica da semente 29

..... 30
3.2. Identificação de fungos em sementes de variedades de trigo 30
..... 32
3.3. Avaliação da incidência dos fungos nas variedades em estudo 32
3.4. Análise de dados 33
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
4.1. Avaliação da qualidade fisíca da semente 34
4.2. Identificação de fungos fitopatogénicos em sementes de variedades de trigo 35
4.3. Avaliação da incidência dos fungos nas sementes das variedades em estudo 38
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 45
5.1. Conclusões 45
5.2. Recomendações 45
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46
ANEXOS 53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sementes de trigo observadas na lupa (A). Sementes de trigo observadas a olho nu (B) 30
Figura 2: Sementes de trigo incubadas a temperatura ambiente antes do congelamento (A). Depois do congelamento (B) 30
Figura 3: Sementes de trigo após 7 dias de incubação 31
Figura 4: Semente de trigo contendo micélio incubada em meio de cultivo PDA (A). Observação microscópica do micélio do fungo (B) 32
Figura 5: Inspecção de sementes secas em diferentes variedades de trigo 34
Figura 6: Cultura pura de *Aspergillus flavus* (A). Esporos de *Aspergillus flavus* (B) Cultura pura de *Aspergillus flavus* (C). Esporos de *Aspergillus flavus* (D) 35
Figura 7 : Cultura pura de *Fusarium* sp. (A). Esporos de *Fusarium* sp. (B) Cultura pura de *Fusarium* sp. (C). Esporos e hifas de *Fusarium* sp. (D) 36
Figura 8 : Cultura pura de *Rhizopus* sp. (A). Esporos de *Rhizopus* sp. (B) Cultura pura de *Rhizopus* sp. (C). Esporos de *Rhizopus* sp. (D) 37
Figura 9 : A- Esporos de *Penicillium* sp.B- Esporos de *Penicillium* sp. 38
Figura 10 : Incidência de fungos na variedade G11 39
Figura 11 : Incidência de fungos na variedade G7 40
Figura 12 : Incidência de fungos na variedade G13 40
Figura 13 : Incidência de fungos na variedade G24 41
Figura 14 : Incidência de fungos na variedade G8 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Incidência média por fungos nas diferentes variedades 44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de registo de fungos no laboratório.....55

Anexo 2: Percentagem de infecção fúngica da semente.....56

Anexo 3: Analise estatistica-Teste de Kruskal Wallis.....57

Anexo 4: Resultados do Teste de Dunn.....59

Anexo 5: Analise descritiva dos dados.....66

LISTA DE ABREVIATURAS

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IIAM – Instituto de investigação Agrária de Moçambique

UEM – Universidade Eduardo Mondlane

PDA – Potatoes-Dextrose-Agar

AOSA- Association of Official Seed Analysts

ISTA- Associação Internacional de Testes de Sementes

FAOSTAT- Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division

PH- Potencial hidrogeniônico

I. INTRODUÇÃO

1.1. Antecedentes

Os cereais possuem um papel fundamental na alimentação humana, como fonte de nutrientes e fibras, sendo matéria-prima para a confecção de alimentos que fazem parte da base da pirâmide alimentar por sua qualidade e quantidade de carbohidratos e proteínas (Scheuer *et al*., 2011). Os cereais mais consumidos na dieta humana são o trigo, o arroz, o milho, a cevada, o centeio, a aveia e o sorgo (Quesada, 2012).

O trigo comum (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais culturas alimentares, produzida em uma vasta gama de ambientes e regiões geográficas. Possui uma grande relevância na dieta alimentar por sua variedade de produtos derivados. Na actividade económica, o cereal dá suporte a diversas ramificações industriais, contribuindo para a geração de renda e de postos de trabalho (De Morri, 2016).

Á semelhança de outras culturas de interesse económico, o trigo é acometido por diversas doenças que afectam o seu desenvolvimento, comprometendo a sua produtividade e a qualidade dos grãos. Essas doenças podem ser causadas por factores abióticos ou agentes bióticos (Lima *et al*., 2006). Os fungos são um dos maiores causadores de doenças na cultura de trigo cuja ocorrência é influenciada pelas condições ambientais que cada região apresenta (Murray, 2010).

As sementes podem abrigar e transportar diversos tipos de fungos que podem ser divididos em fungos de campo e fungos de armazenamento. Os fungos do campo geralmente invadem as sementes no campo antes da colheita pois requerem um teor de humidade superior a 20% para germinar e colonizar as sementes. Esses fungos praticamente não se desenvolvem em sementes com baixo teor de humidade. Por outro lado, os fungos do armazenamento geralmente invadem as sementes após a colheita, sendo por isso os principais agentes patogénicos da deterioração das mesmas. Esses fungos têm exigências específicas de humidade relativa do ar e temperatura, para o seu desenvolvimento, colonizando sementes com teores de humidade mais baixos do que os fungos de campo (Neto *et al*., 2014).

Dentre os principais fungos associados a semente de trigo destacam-se o *Alternaria alternata, Alternaria triticina, Bipolaris sorokiniana, Claviceps purpurea, Drechslera tritici-repentis, Fusarium avenaceum, Fusarium Culmorum, Fusarium Graminearum, Microdochium nivale, Stagonospora nodorum, Tilletia controversa, Tilletia indica, Tilletia laevis, Tilletia tritici,*

Ustilago tritici (Mathur e Kongsdal, 2003) e *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Pennicillium* sp., *Fusarium moniliforme* (Da luz, 1987).

O uso de sementes de alta qualidade é fundamental para o sucesso da produção agrícola, sendo desta forma responsável por transferir para o campo todo o potencial genético que a espécie possui. Para que consiga expressar seu potencial é indispensável que a semente apresente elevado potencial fisiológico e esteja livre de agentes fitopatogénicos (Ramos *et al*., 2014).

O presente trabalho tem como objectivo fazer a identificação e quantificação dos principais fungos que ocorrem na semente das diferentes variedades de trigo, com vista a contribuir com informação sobre as doenças da semente desta cultura.

1.2. Problema de estudo e Justificação

O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial, sendo aplicado a uma enorme diversidade de produtos (Scheuer, 2011). No entanto, a sua produção e produtividade enfrentam desafios significativos, especialmente devido ao ataque de patogénos. A presença de fungos patogênicos em sementes de trigo tem sido relatada com frequência. Esta associação é responsável, muitas vezes, pela redução da qualidade fisiológica das sementes, introdução e disseminação de patógenos bem como pela transmissão precoce de patógenos à progênie (Kobayasti e Pires, 2011).

Em Moçambique a produção do trigo é considerada insignificante devido a carência de variedades adaptadas as condições edafo-climáticas do país, no entanto, actualmente dispõe de variedades adaptadas (em fase experimental) segundo a equipa de investigadores do trigo, que, realizou um programa de investigação, e concluiu que as variedades têm um alto potencial produtivo e são adaptadas as condições do país. As pesquisas indicam que é possível selecionar genótipos de trigo que sejam superiores em adaptabilidade, estabilidade e rendimento de grãos nos ambientes como os de Sussundenga, Bárué e Lichinga, em Moçambique (Dique *et al*., 2023), porém ainda não foram feitos estudos sobre a ocorrência das doenças nas sementes dessas variedades em Moçambique.

A qualidade sanitária é um dos mais importantes factores que predispõe o sucesso da produção, sendo indispensável o uso de sementes com os níveis sanitários apropriados. A análise sanitária é de extrema importância, uma vez que fornece informações sobre os níveis de incidência de patógenos, servindo como referência no momento da tomada de decisão de que método de controlo deve ser usado nas sementes ao campo (Rey *et al*., 2009).

É neste contexto que será realizado este trabalho com o objectivo de avaliar a ocorrência de fungos em sementes de diferentes variedades de trigo por forma a contribuir com informação sobre as principais doenças da semente desta cultura.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

- ✓ Avaliar a ocorrência dos fungos fitopatogénicos em sementes de 5 diferentes variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*)

1.3.2. Objectivos específicos

- ✓ Avaliar a qualidade fisica da semente
- ✓ Identificar os fungos fitopatogénicos em sementes de 5 variedades de trigo
- ✓ Avaliar a incidência dos fungos nas sementes das variedades em estudo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção do trigo em Moçambique e no mundo

O trigo é o segundo cereal mais cultivado no mundo depois do milho. Em 2019, segundo dados da FAO, foram produzidos cerca de 1,15 bilhões de toneladas de milho e 766 milhões de toneladas de trigo, com valor de mercado na ordem de US$ 114 milhões. Os maiores produtores de trigo mundialmente são: China (136 milhões), União Europeia (135,8 milhões, somando seus 28 países), Índia (107,6 milhões), Rússia (84 milhões), Estados Unidos (46,7milhões) e Canadá (35 milhões) (FAOSTAT, 2020).

Em Moçambique, destaca-se o crescente nível de importações de arroz, trigo e óleo alimentar, justificando-se pelo défice da produção face às necessidades de consumo nacional. O país não é um produtor de trigo, por isso, a procura (sobretudo urbana), está em permanente aumento pelo efeito demográfico (Nova e Mosca, 2022). Grande parte deste cereal é proveniente da Austrália e do Canadá, representando perto de 50% das importações de trigo do país. A Rússia e a Ucrânia são responsáveis por 11% e 5%, respectivamente (Banco de Moçambique, 2022).

2.2. A Cultura de trigo (*Triticum aestivum L.*)

A palavra trigo provém do latino *Triticum,* que significa quebrado, triturado, numa referência à actividade que se deve realizar para separar o grão de trigo da camada que o reveste (Léon, 2007). Pertence à família Poaceae, subfamília Pooideae e ao género Triticum. E este género possui diferentes espécies, conforme o número de cromossomas: *Triticum monococcum* com 14 cromossomas, *Triticum durum* com 28 cromossomas e *Triticum aestivum* com 42 cromossomas, é o trigo comum (Popper *et al*., 2006).

Acredita-se que o trigo seja originário de gramíneas silvestres que se desenvolveram nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates (Ásia), no período 10.000 a 15.000 a.C. (Silva *et al*. 1996). Desde então esse cereal tem-se destacado pela sua importância para a economia global, por ser um dos três cereais mais cultivados no mundo juntamente com o milho e o arroz (Takeiti, 2015).

O trigo é uma planta que cresce com temperaturas entre 3 e 33 °C, embora as temperaturas óptimas estejam entre 10 e 25 °C. Não requer humidade excessiva e cresce bem em áreas onde a precipitação anual está entre 375 e 800 mm. Para facilitar a secagem dos grãos e evitar os fenómenos de germinação durante a maturação são necessárias baixas humidades. Em termos

de necessidades edafológicas, os solos devem ser soltos, profundos e com pH entre 6 e 7,5 (Leon, 2010).

O trigo possui raiz fasciculada que pode atingir uma profundidade de 25 cm, podendo em certas ocasiões atingir até um metro de profundidade. O talo de trigo é uma cana oca, é pouco ramificado, com seis nós que se alongam em direcção ao topo, alcançando entre 0,5 a 2 metros de altura. As folhas de trigo são moldadas, alongadas, rectas e terminam em ponta com bainha, lígula e átrios bem definidos. A inflorescência é uma espiga composta por um eixo escalonado ou haste central de entrenós curtos, sobre os quais estão dispostos 20 a 30 espiguetas alternadas e soltas ou compactas, com nove flores cada uma (a maioria das quais abortam) cercadas por glume (Leon, 2010).

O ciclo de desenvolvimento do trigo dá se por quatro estágios principais:

- O primeiro é o perfilhamento, onde ocorre o crescimento, principalmente da área foliar;
- O segundo estágio é o alongamento, demarcado pelo aparecimento do primeiro nó na base da planta até o aparecimento da última folha e seu elongamento;
- O terceiro estágio ocorre o espigamento, que é o aparecimento da espiga sem grãos, nesse estágio as estruturas foliares e radiculares estão formadas dando início á floração e a formação do grão;
- O quarto e último estágio é a de maturação, marcada pelo enchimento do grão e seu amadurecimento até o ponto de colheita (Osório, 1992).

2.3. Importância da cultura de trigo

O trigo, pode ser considerada a mais importante para a alimentação da população mundial. É actualmente a principal fonte de calorias em mais de 80 países, sendo rico em carbohidratos, fibras, vitaminas especialmente as do complexo B e minerais (Embrapa, 2018).

Na produção dos pães o trigo é o cereal com maior destaque, apesar de em algumas partes do mundo ser usado também o centeio. Isto ocorre porque a indústria moageira tem estabelecido um índice potencial do trigo para produção de pão e também porque, dentre as farinhas de cereais, somente a de trigo pode formar uma massa viscoelástica tridimensional, quando misturada com água, o que faz com que a caracterização das propriedades reológicas da massa seja efectiva em predizer o comportamento do processo e o controle de qualidade dos alimentos (Song e Zheng, 2007).

O trigo também é fonte importante de selénio, um micronutriente essencial aos humanos, com efeito anticancerígeno e antiviral (Lyons *et al*., 2005). Outra aplicação da farinha de trigo é a obtenção de amido e glúten. O amido tem sido usado em indústrias de confeitos, xaropes e adoçantes, e também em aplicações não alimentícias (adesivos, revestimentos de papel e embalagens biodegradáveis); por sua vez o glúten, como aditivo em formulações de pão, fortificante de cereais matinais e de alimentos para animais domésticos, e como um extensor em produtos de carne, peixe e aves (Takeiti, 2015).

2.4. Qualidade da semente

A semente pode ser definida como um óvulo maduro e fecundado, contendo em seu interior um embrião e substâncias de reserva, protegidas por um ou dois envoltórios que é o tegumento ou casca. Possui uma elevada importância sendo o material usado para a propagação da espécie, como principal fonte de alimento e substâncias nutritivas tais como carbohidratos, proteínas e lípidos. Ademais a semente é o mais importante insumo agrícola, responsável por conduzir ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar (Neto *et al.*, 2014).

A semente de trigo é um fruto denominado cariopse. É constituída de quatro partes principais com diferentes funções: o conjunto pericarpo e tegumento, localizado mais externamente, têm a função principal de protecção das estruturas internas; a camada de aleurona concentra proteínas e minerais importantes na síntese de enzimas (proteínas), que iniciam o processo germinativo e são fonte de aminoácidos para a síntese de novas proteínas; o endosperma constitui a maior parte da semente e armazena principalmente o amido, fonte de carbohidratos que são mobilizados ao embrião para a formação da plântula; e o eixo embrionário ou embrião, que contém as estruturas essenciais da futura planta (Popinigis, 1985).

A qualidade da semente é um conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influenciam na capacidade do lote originar uma lavoura uniforme, constituída por plantas vigorosas e representativas do cultivar (Popinigis, 1985).

2.4.1. Qualidade genética

A qualidade genética das sementes determina aspectos de grande relevância como a produtividade, arquitectura da planta, resistência a pragas e doenças, ciclo da cultura, entre outras. Essas características são importantes para o produtor na tomada de decisões como por exemplo, a data de sementeira (Neto *et al.*, 2014).

Existem dois tipos de contaminação que podem influenciar a qualidade genética, a contaminação genética que consiste no cruzamento de gâmetas com espécies ou variedades indesejadas, ocorrem principalmente nos campos de produção ou durante os cruzamentos em laboratórios, comprometendo o resultado final do trabalho de melhoramento ou selecção; a contaminação varietal ocorre principalmente no período pós colheita e beneficiamento, através da mistura de sementes de outras espécies ou variedades distintas, o que pode resultar em comercialização de espécies que não expressam as características desejadas (Peske *et al.*, 2003).

2.4.2. Qualidade física

A qualidade física de um lote de sementes é determinada pela sua aparência e integridade bem como o grau de contaminação com sementes de outras espécies e material inerte. Dentre os atributos da qualidade física da semente destacam-se a pureza física, danificações mecânicas, peso volumétrico e massa de 1000 sementes (Brasil, 2009).

A pureza física refere-se a presença de outros elementos além das sementes da espécie de interesse. Tem como objectivo determinar a composição física do lote de sementes em termos de identidade das diferentes espécies de sementes que compõem a amostra e a natureza do material inerte presente na amostra (ISTA, 1993).

No teste de pureza física faz-se a determinação de outras sementes por número, este teste tem como finalidade estimar o número de sementes de outras culturas que não seja a espécie em análise. O teste é efectuado com uma amostra complementar à amostra usada na análise de pureza, visto que a contagem de outras sementes é realizada nas duas amostras e depois somada (Brasil, 2009).

No teste de pureza física faz-se também o exame de sementes infestadas, cujo objectivo é determinar a percentagem de sementes de um lote danificado por insetos. Devem ser consideradas danificadas por insectos as sementes que contenham ovo, larva, pupa, insecto adulto e as que tenham orifício de saída do insecto (Brasil, 2009).

2.4.3. Qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica da semente é caracterizada pelo desenvolvimento de processos vitais dos quais destacam-se a germinação e vigor da semente (Popinigis, 1985). Os testes de germinação e vigor são fundamentais para a avaliação da qualidade fisiológica da semente.

O teste de germinação tem por objectivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes. É usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para sementeira em campo através da emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião em laboratório, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (Brasil, 2009).

No campo, as condições nem sempre são as ideais para a germinação, pois as sementes podem estar sujeitas a diversos factores desfavoráveis, por isso que as respostas obtidas pelo teste podem ser muito variadas. Assim os testes realizados no laboratório buscam obter expressão máxima do potencial genético das cultivares (Maia, *et al*., 2007).

Este processo ocorre em três etapas que compreendem:

- A embebição caracterizada pela absorção de água pela semente, quando ocorre aumento no processo respiratório e inicia degradação das substâncias de reserva;
- O transporte activo de substâncias que estão presentes na etapa anterior e diminuição da velocidade de embebição.
- A emissão da raiz primária e pelo crescimento da plântula (Costa *et al.*, 2011).

Os factores que influenciam na germinação das sementes são:

- **Disponibilidade de água**- Promove a hidratação dos tecidos da semente assim como a entrada de oxigénio, desse modo controlando a germinação, aumentando o metabolismo e produzindo nutrientes e energia para o eixo embrionário crescer (Loureiro, *et al*., 2013). Além disso, a translocação das substâncias ocorre por meio da água, desse modo, a germinação pode ser interrompida quando o estresse hídrico excede os níveis de tolerância às sementes (Guedes, *et al*., 2013).
- **Temperatura**- Afecta directamente a geminação das sementes, e para cada espécie existe uma faixa de temperatura adequada (Carvalho e Nakagawa, 2012). Variações de temperatura, interferem na velocidade de absorção de água e na velocidade das reacções enzimáticas (Oliveira, 2019).
- **Luz**- É um factor ecológico que influencia na germinação, regulando a taxa germinativa, além de agir na superação e indução de dormência (Bewley e Black, 1994).

O vigor da semente é o somatório de todas as propriedades da semente as quais, em condições de plantio, resultam numa rápida e uniforme produção de plântulas sadias sob um largo espectro de condições ambientais favoráveis e desfavoráveis. Os aspectos considerados são a rapidez

pelo qual a semente germina e emerge no solo, a uniformidade de emergência e a capacidade para emergir em condições adversas do campo (AOSA, 1983).

Os factores que afectam o vigor da semente são: o genótipo, a maturidade da semente, condições ambientais durante o desenvolvimento da semente, tamanho da semente, dano mecânico, idade, deterioração da semente e ataque por microrganismos (Popinigis, 1985).

O uso de sementes de alto vigor favorece o estabelecimento de uma população de plantas ideal em condições de estresse, resultando na produção de plantas de alto desempenho agronómico, com melhor estrutura de parte aérea e com um sistema radicular mais profundo e vigoroso, que, consequentemente apresentam um potencial produtivo maior. Plantas de alto desempenho agronómico aproveitam de maneira mais eficiente os recursos disponíveis para o seu desenvolvimento (Krzyzanowski *et al.*, 2022).

2.4.4. Qualidade sanitária

A qualidade sanitária da semente está relacionada com a presença de pragas e microrganismos, os quais afectam o estabelecimento das plântulas no campo, além de veicularem patógenos para diferentes áreas (Neto *et al*., 2014). O teste de sanidade de sementes tem como objectivo determinar a condição sanitária de um lote de sementes, e por inferência a qualidade do lote. Estes testes fornecem informações para o serviço de quarentena, os esquemas de certificação de sementes, avaliação do valor cultural, a necessidade do tratamento de sementes, determinação da eficiência do tratamento da semente, testes de qualidade dos grãos armazenados e avaliação da resistência das cultivares (Henning, 2005).

É de grande relevância por inúmeros motivos dentre as quais o facto de:

a) Os patógenos transmitidos por semente servirem de inóculo inicial para o desenvolvimento progressivo da cultura no campo, reduzindo o valor comercial da cultura;
b) Os lotes de sementes importadas podem introduzir patógenos em áreas isentas, fazendo com que testes de quarentena e de certificação para o comércio internacional possam ser necessários;
c) Pode fornecer informações das causas da baixa germinação e do baixo vigor pela avaliação das plântulas no laboratório de análise de sementes ou no campo;
d) Ajuda a tomar decisões sobre a necessidade de tratamento da semente para o controlo das doenças indicando a presença dos fungos de armazenamento e toxigênicos;
e) Agrega valor ao lote de sementes (Brasil, 2009).

A análise sanitária de sementes trata-se do primeiro passo a ser realizado para a tomada de decisão em relação a realização de tratos culturais nas sementes, visto que essas análises permitem saber quais espécies de fungos estão associadas as sementes e qual a sua incidência (Reis e Casa, 2013).

A escolha do método depende do objectivo do teste. Esses métodos podem ser separados em métodos sem incubação e métodos com incubação. Dentre os métodos sem incubação destaca-se o teste de inspecção de sementes secas e com incubação o método de camara húmida com congelamento (Brasil, 2009).

O teste de inspecção de sementes secas consiste em examinar as sementes a olho nu e com auxílio de uma lupa, para determinar impurezas (insectos, galhas, esclerócios, material inerte), sintomas típicos de doenças (manchas), deformações e sinais de infecção (Henning, 2005).

O método de câmara húmida é um método de incubação em que sementes são semeadas em papel de filtro embebidos em água e incubados por 7 dias a 22 ^{0}C sob ciclos alternados de luz e escuridão durante 12 horas. Após a incubação, os fungos desenvolvidos nas placas são examinados sob diferentes ampliações de um estereomicroscópio e identificados. A identificação dos fungos é baseada na forma como crescem nas sementes, características morfológicas dos corpos frutíferos, observados sob um microscópio óptico (Mathur e Kongsdal, 2003).

2.5. Importância dos fungos

Os fungos são representados por mais de 100.000 espécies, embora, a cada ano, mais de 4.000 espécies novas sejam descritas. Estima-se que a diversidade do Reino ultrapassa 5 milhões de espécies, sendo o segundo grupo mais diverso do planeta depois dos insectos. Os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos com nutrição absortiva e reserva energética de glicogénio. A estrutura somática pode ser leveduriforme ou filamentosa e haplóide na maior parte do seu ciclo de vida. Os filamentos são conhecidos como hifas e são rodeadas por parede celular de quitina (Dos Santos, 2015).

Os fungos reproduzem-se assexuadamente e sexuadamente, principalmente por esporos. A reprodução assexuada é considerada mais importante para a multiplicação e dispersão enquanto a reprodução sexuada é importante para a produção de variabilidade genética da progénie (Dos Santos, 2015).

Esses organismos também são de grande relevância na agricultura, sobretudo pelos prejuízos que causam nesse ramo. Os fungos constituem o mais importante grupo de patógenos de culturas agrícolas causando por exemplo as ferrugens do trigo, milho e cana-de-açúcar, os carvões entre outros. Vários recursos são gastos para solucionar os problemas causados pelos fungos através da utilização de fungicidas sendo que estas não representam uma solução definitiva (Dos Santos, 2015).

2.6. Armazenamento de sementes

A qualidade da semente obtida no campo e depois de passar pelas operações de secagem e de beneficiamento deve ser mantida no ambiente de armazenamento até a sementeira seguinte. O armazenamento é crucial para manter a qualidade fisiológica das sementes. Sendo assim é preciso conserva-las de forma adequada, evitando que as mesmas fiquem expostas a condições inadequadas de humidade, temperatura e aeração que contribuem para a perda da qualidade fisiológica (Bragantini, 2005).

As condições de ambiente favoráveis à conservação da qualidade da semente são temperaturas menores que 25°C e humidade relativa do ar ao redor de 70% durante o período de armazenamento (Embrapa, 2011).

2.7. Factores que influenciam o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento da semente

Os factores que possibilitam o desenvolvimento dos fungos durante o armazenamento das sementes são a humidade; a temperatura; a integridade física; as condições de armazenamento (humidade relativa e temperatura do ar); o grau de impurezas na massa de sementes e a presença de organismos estranhos (Neto *et al.*, 2014).

A humidade relativa e a temperatura são os factores físicos mais importantes que afectam a qualidade da semente durante o armazenamento. Desses dois factores, a humidade relativa é o mais relevante pois tem uma relação directa com o grau de humidade da semente. A temperatura ambiente e a humidade relativa nos trópicos e subtrópicos são condições adversas ao armazenamento de sementes e por isso, há necessidade da redução do teor de água das sementes após a colheita (Delouche *et al.*, 1973).

2.8. Acção dos fungos no armazenamento de sementes

Os fungos de armazenamento aceleram a deterioração das sementes, pois os nutrientes e a energia armazenada nas sementes são liberados em menor quantidade durante o metabolismo da semente e em maior quantidade pela acção dos fungos de armazenamento presentes nessas sementes (Mills, 1986). A intensidade e a velocidade da deterioração variam com a espécie, com a variedade, entre lotes de sementes de uma mesma variedade, entre sementes de um mesmo lote ou até de uma mesma embalagem e entre as diferentes estruturas das sementes (Krzyzanowski *et al*., 2022).

Os géneros mais comuns são o Aspergillus e o Penicillium. Esses fungos podem causar a descoloração, o enrugamento das sementes, enfraquecimento ou morte do embrião, perda do poder germinativo, o apodrecimento da raiz e outros efeitos que se manifestam na germinação destas sementes ou na fase jovem da planta, produção de toxinas, alterações da composição química, alterações no odor e no sabor (Neto *et al.*, 2014).

2.9. Acção dos insectos no armazenamento de sementes

Os insectos são importantes causadores de injúrias ás sementes durante o armazenamento, reduzindo a qualidade fisiológica da semente. Os principais insectos que atacam as sementes durante o armazenamento são besouros, gorgulhos e traças, sendo responsáveis por perdas físicas e de qualidade. A germinação e o vigor são afectados pelo ataque de insectos, pois decompõem parte dos alimentos em gás carbónico e água, aumentando, assim, o teor de água dos grãos infestados, o embrião pode ser danificado ou morto pela alimentação de adultos, larvas ou pela oviposição (Puzzi, 1986). Os insectos também propiciam a disseminação dos fungos, carregando seus esporos entre as sementes (Wetzel, 1987).

A temperatura e a humidade são os factores que influenciam o desenvolvimento dos insectos, quanto menor for a temperatura e humidade da semente, há uma redução no desenvolvimento, na reprodução e na actividade dos insectos e quanto maior for a temperatura e humidade maior será o desenvolvimento da população de insectos (Poppings, 1985).

2.10. Problemas causados pelos fungos de campo

Os fungos do campo invadem as sementes antes da colheita. Podem afectar a aparência e a qualidade das sementes ou grãos causando:

a) Abortos da semente - os fungos que ocorrem durante a antese causam o aborto das sementes, reduzindo o rendimento potencial da cultura.
b) Redução ou perda completa da viabilidade da semente - a infecção fúngica no tecido da semente reduz a germinação, viabilidade, longevidade e vigor da semente.
c) Alteração do funcionamento fisiológico da semente - os fungos podem produzir um grande número de metabólitos que são tóxicos para a semente causando alterações no seu conteúdo.
d) Descoloração da semente - é um distúrbio importante que indica a presença de fungos patogênicos na sementeira, comercialmente esse distúrbio reflecte a má qualidade da semente.
e) Podridão das sementes - é uma redução da qualidade da semente que começa desde a maturação fisiológica da semente até a morte dela.
f) Redução do tamanho e peso da semente - a infecção fúngica reduz significativamente o tamanho e o peso da semente.
g) Doenças na cultura seguinte - os focos de infecção primária são seguidos pela disseminação secundária de patógenos, levando a doenças monocíclicas ou policíclicas (Mehrotra e Aggarwel, 2003).

2.11. Associação entre o patógeno e a semente

Os patógenos podem estar associados às sementes de diferentes formas, internamente, externamente ou acompanhando a semente. O Patógeno acompanhando a semente refere-se a presença do patógeno entre as sementes, associado a pedaços de restos culturais infectados como glumas, ráquis e nós, porém sem aderir as sementes (Reis, 1987).

O Patógeno é aderido externamente à semente quando se encontra na superfície da semente, sendo transportado passivamente a partir de seus hospedeiros. Os teliósporos de *Tiletia caries* e *Tiletia foetida* e os conídios de *Helminthosporiums* sp. e de *Fusarium graminearum* aderidos à superfície de sementes são alguns dos exemplos deste tipo de associação. Nesta associação diz-se que a semente está infestada. Muitas vezes a taxa de transmissão desses patógenos é baixa. A contaminação superficial da semente por um fungo está sujeita à acção de alguns factores externos, que podem reduzir a probabilidade de sua transmissão à progénie (Teixeira *et al*., 1997).

Os patógenos localizados internamente na semente, infectam a semente de duas formas a serem consideradas: quando o patógeno é levado de forma interna nos tecidos da semente do hospedeiro como estruturas vegetativas e quando o patógeno é encontrado como micélio dormente no embrião. Em ambos casos, a taxa de transmissão é mais elevada, o que garante maior eficiência na sobrevivência do patógeno (Teixeira *et al*., 1997).

Embora seja possível que patógenos dos três grupos diferentes estejam presentes nas sementes, não há garantia de que esses patógenos irão infectar as plântulas resultantes, podendo talvez levar ao transporte do patógeno de um local para outro, ou de uma estação de cultivo para outra, ou até mesmo uma transmissão bem-sucedida desse patógeno para a progénie do hospedeiro. A taxa de transmissão é geralmente mais alta para patógenos que infectam directamente a semente e menor para aqueles que apenas a infestam (Reis, 1987).

2.12. Transmissão dos patógenos associados a semente

Entende-se por transmissão dos patógenos semente-plântula a passagem do inóculo presente nas sementes infectadas para as plântulas emergidas (Maude, 1996). O processo de colonização das sementes ocorre durante o desenvolvimento da doença nas infrutescências (espigas e panícula). A infecção pode ocorrer a partir da planta mãe ou causada pelos patógenos presentes no ambiente externo que podem ser disseminados através da chuva, implementos agrícolas, vento, insectos ou o próprio Homem (Reis, 1987).

Para os patógenos fúngicos o processo de infecção é directamente influenciado pelo estágio de desenvolvimento das sementes. Se a infecção ocorrer nos primeiros estágios de desenvolvimento, pode provocar a morte da semente devido a localização do inóculo dentro da mesma. Por outro lado, se a infecção ocorrer quando a semente estiver próxima a maturação somente as camadas epidérmicas serão atacadas (Bueno, 1987).

A transmissão dos patógenos pela semente pode propiciar a introdução dos patógenos em novas áreas, sobrevivência do patógeno na ausência do hospedeiro, distribuição dos focos primários do inóculo através da população de plantas, selecção e disseminação de raças específicas a determinados hospedeiros (Bueno 1987). Dentre os factores que afectam esse processo e podem afectar o estabelecimento do patógeno na cultura destacam-se as seguintes: espécie cultivada, condições ambientais (humidade, temperatura, vento, luz, chuva), práticas culturais (época de plantio, profundidade de sementeira, fertilização, PH, etc.), sobrevivência do inóculo, microflora da semente e do solo, entre outros (Barba *et al.*, 2002).

2.13. Principais fungos que atacam a semente de trigo

2.13.1. *Fusarium* sp.

O género Fusarium é bastante diverso, com mais de 70 espécies conhecidas, pertence a classe Sordariomycetes, família Nectriaceae e é encontrado em várias regiões do mundo. Esses fungos são frequentemente encontrados no solo, onde desempenham o papel de saprófitas, decompondo matéria orgânica morta. Além disso, podem crescer em resíduos vegetais e outros materiais orgânicos. Algumas espécies de Fusarium são parasitas facultativos, o que significa que, em condições favoráveis, podem causar doenças em plantas, afectando tanto a parte radicular quanto a parte aérea (Leslie e Summerell, 2006).

As colónias geralmente crescem rapidamente, apresentam cores vivas e uma camada aérea felpuda conhecida como micélio. A coloração do talo vária de esbranquiçado a amarelado, acastanhado, rosado ou avermelhado (Leslie e Summerell, 2006).

O *Fusarium* sp. pode criar três tipos de esporos: macroconídios, microconídios e clamidósporos. Os Macroconídios são produzidos em estruturas especializadas chamadas esporodoquias, podendo também ser produzidos em monofiálidas e polifiálidas no micélio aéreo. Os macroconídios septados (3-8 x11-70 µm) são incolores e tendem a se acumular em cordas ou bolas, fusiformes a falciformes, frequentemente com célula apical alongada e célula basal pedicelada (Moretti, 2009).

Os Microconídios são produzidos apenas no micélio aéreo e sua presença é uma característica primária na taxonomia do Fusarium. Os Microconídios (2-4 x 4-8 µm) são células únicas, lisas, incolores, ovóides a cilíndricas e geralmente acumulam-se em bolas ou cadeias (Leslie e Summerell, 2006).

Os Clamidósporos têm paredes espessas e podem formar-se isoladamente, aos pares, em aglomerados ou em cadeias, e podem apresentar superfície lisa ou áspera (Leslie e Summerell, 2006).

Os fungos desse género tendem a se proliferar em condições de calor e humidade elevados, especialmente durante o período chuvoso. Eles se espalham principalmente através de macroconídios, que são transportados para as partes superiores das plantas por meio das gotas de chuva (Champeil *et al*., 2004).

Este fungo causa danos a cultura de trigo reduzindo o rendimento e a qualidade dos grãos. Manifesta-se pela perda de peso, alterações da composição de carbohidratos e proteínas e pela presença de toxinas fúngicas (Magliano e Kikot, 2013). Causa podridão das sementes, podridão radicular, murchas vasculares e danos na produtividade (Pozz *et al*., 2002).

Produz micotoxinas que são metabólitos secundários produzidos principalmente pela estrutura micelial de fungos filamentosos. Muitos desses produtos podem ser encontrados em alimentos, tendo potencial nocivo quando ingeridos em grandes quantidades ou por períodos longos (Reis, 2008).

2.13.2. *Aspergillus flavus*

O *Aspergillus flavus* é um fungo que pertence ao filo Ascomycota, classe Eurotiomycetes, subclasse Eurotiomycetidae, ordem Eurotiales, família Trichocomaceae. Reproduz-se assexuadamente através da produção de estruturas chamadas fiálides e conídios em cadeia. O conidióforo é simples, geralmente não possui septos (asseptado) e termina numa vesícula. O *Aspergillus flavus* pode produzir esclerócios que são estruturas de resistência que ajudam o fungo a sobreviver em condições adversas (Klich, 2002).

É um fungo saprófito que possui capacidade de sobreviver em várias fontes de nutrientes orgânicos tais como: árvore, madeira em decomposição, forragem animal, algodão, pilhas de composto, cadáveres de animais e grãos armazenados. A temperatura óptima para seu cresccimento é de 37º C, porém, pode ser observado em temperaturas que variam entre 12 a 48º C (Hedayati *et al*., 2007).

Possui uma vasta distribuição geográfica, podendo ser encontrado em áreas cultivadas. É um patogéno oportunista de várias culturas como cereais e leguminosas, causando contaminação por aflatoxinas (Hedayati *et al*., 2007).

2.13.3. *Penicillum* sp.

O género Penicillium pertence ao filo Ascomycota, classse Eurotomycetes, ordem Eurotiales, família Trichocomanaceae. As espécies de Penicillium são cosmopolitas e oportunistas saprófitas. São pouco exigentes em termos de nutrição, com a capacidade de crescer em condições ambientais adversas (Figueiredo, 2020).

Um penicilo consiste essencialmente em um aglomerado bem definido de fiálides ou células semelhantes contendo conídios pequenos, unicelulares e secos em cadeias. As fiálides estão

ligadas directamente a um estipe ou através de um ou mais estágios de ramificação. Os ramos são geralmente de diâmetro semelhante aos estipes (Pitt e Hocking, 2009).

Os conídios são unicelulares, uninucleados, hialinos, pequenos, com formas que variam de globosas a cilíndricas. Dependendo da espécie, a parede pode ser lisa, rugosa, fortemente rugosa ou espinescente. Algumas espécies produzem esclerócios, que são estruturas multicelulares de resistência que podem permanecer latentes por longos períodos até as condições do meio se tornarem propícias ao seu desenvolvimento (Pitt e Hocking, 2009).

A taxonomia clássica do *Penicillium* sp. baseia-se na observação das características macroscópicas e microscópicas das espécies. As colónias são geralmente formadas por micélio produzido em abundância e podem ser verdes, verde-amarelas, verde-azuladas, verde-acinzentadas, ou menos frequentemente incolores, brancas, salmon, avermelhadas, amarelo-arroxeado, ou de outras tonalidades. O reverso das colónias pode ser incolor, ou variar de tons de amarelo, verde, vermelho e marrom (Pitt, Hocking, 2009).

2.13.4. *Rhizopus* sp.

O *Rhizopus* sp. é um fungo saprófita, encontrado no solo, e pode ser encontrado em materiais vegetais mortos ou em decomposição. Os seus esporos são muitas vezes encontrados na atmosfera. Pertence ao filo Zygomycota, classe Zygomycetes, ordem Mucorales, e família Mucoraceae. Apresenta um óptimo crescimento em temperaturas entre 25 a 27^0C e é sensível a temperaturas menores que 10^0C (Massola e Krugner, 2011).

Apresenta um rápido crescimento, produzindo um micélio branco haplóide, que com o tempo se torna de coloração marrom-cinzenta, com hifas asseptadas ou raramente septadas. Os esporângios formados a partir dos esporangiosforos possuem rizóides em sua base. São hialinos numa primeira fase e posteriormente tornam se escuros (Massola e Krugner, 2011).

Os fungos que pertencem a este género são considerados fungos verdadeiros e o seu corpo é formado por filamentos numerosos denominadas hifas, formando um emaranhado que se designa por micélio (Santiago *et al*., 2013). Esses fungos podem atacar diferentes hospedeiros e com capacidade destrutiva que pode levar a morte imediata dos mesmos (Bedendo, 2011).

III. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no laboratório de fitopatologia da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da UEM, no período compreendido entre Setembro de 2023 e Fevereiro de 2024, aonde cinco variedades de sementes de trigo (G7, G8, G11, G13 e G24) provenientes do IIAM, foram testadas quanto a ocorrência de fungos.

3.1. Avaliação da qualidade fisica da semente

Para avaliar a qualidade física da semente fez-se a inspecção de sementes secas, que é um método que fornece informações sobre os danos mecânicos, causados por insectos, e a presença de estruturas frutíferas dos fungos.

A inspecção foi feita observando sementes danificadas por insectos, sementes com manchas e com micélio. Para o efeito colocou-se a amostra em placas de petri previamente esterilizadas, e contou-se aleatoriamente 100 sementes em cada amostra. Estas sementes foram analisadas por observação directa de modo a identificar as sementes danificadas por insectos (Figura 1B) e a posterior, com o auxílio de uma lupa de forma individual (Figura 1A), para visualizar as sementes com manchas e com micelio.

Após esse procedimento, fez-se a contagem das sementes com as anomalias detectadas em cada variedade e procedeu-se com o cálculo da percentagem das mesmas usando a seguinte formúla (Brasil, 2009):

$$\%SA = \frac{Nsa}{Nt} * 100$$

Onde:

% SA = Percentagem de sementes com anomalia

Nsa = Número de sementes com certa anomalia (Orificios de insectos, presença de manchas e micelio)

Nt = Número total de sementes analisadas na amostra.

Equação 1. Formúla para o cálculo da percentagem de sementes com anomalia

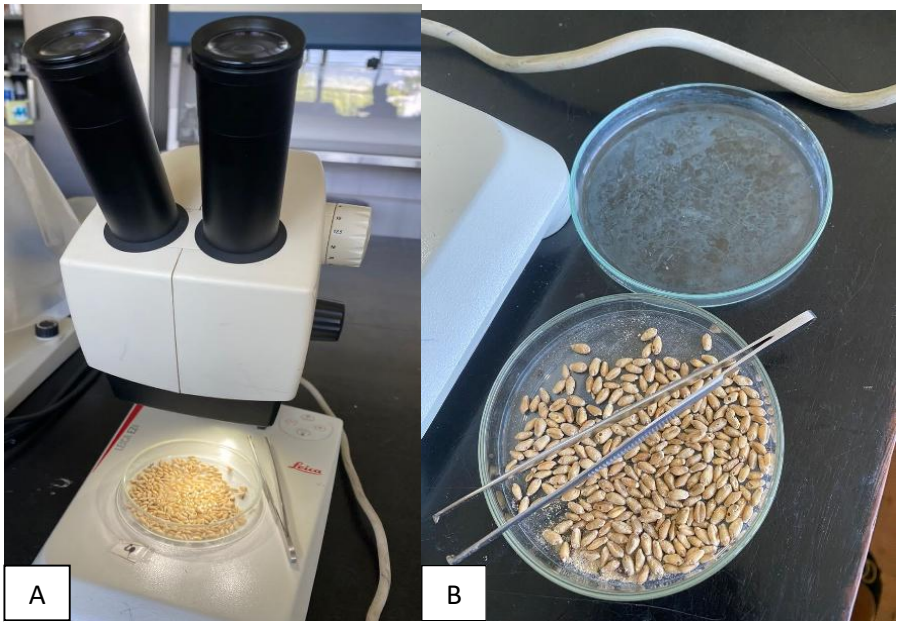


Figura 1: Sementes de trigo observadas na lupa (A). Sementes de trigo observadas a olho nu (B) Fonte: Autora (2024)

3.2. Identificação de fungos em sementes de variedades de trigo

A identificação de fungos foi realizada pelo método de câmara húmida com congelamento. Foram usadas 200 sementes de cada amostra, onde as mesmas foram dispostas em placas de petri com dois (2) discos de papel de filtro sobrepostos (25 sementes/placa) e previamente humedecidos com água destilada mantendo uma equidistância entre as sementes. Posteriormente foram seladas, rotuladas e levadas para a incubação por 24h a temperatura ambiente, sob luz do dia e escuro de noite (figura 2A) (Mathur e Kongsdal, 2003).

Figura 2: Sementes de trigo incubadas a temperatura ambiente antes do congelamento (A). Depois do congelamento (B) Fonte: Autora (2024)

Após 24h a temperatura ambiente, as placas foram mantidas no congelador a uma temperatura de -20°C por 24h e depois foram levadas para a incubação por 4 a 5 dias a temperatura ambiente (Figura 2B). Depois do período de incubação (Figura 3), passou-se para a identificação preliminar dos fungos em cada semente. Com auxílio de uma lupa electrónica, as 25 sementes semeadas por placa foram analisadas de forma individual começando pelo anel externo, seguidas pelo anel interno na mesma ordem e finalmente a semente no centro da placa. A identificação de fungos foi feita com base em características morfológicas (hábito de crescimento de cada fungo) e foram registados na ficha de registro de trabalho (Anexo 1) (Mathur e Kongsdal, 2003).

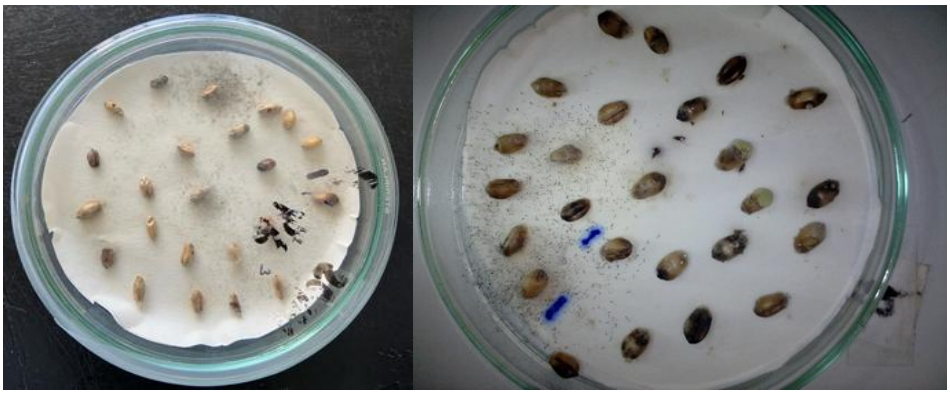


Figura 3: Sementes de trigo após 7 dias de incubação Fonte: Autora (2024)

Posteriormente fez-se a identificação final dos fungos, a partir da cultura pura. Para a produção da cultura pura dos fungos retirou-se uma semente infectada e com micélio característico do fungo de interesse usando uma pinça e transferiu-se para uma nova placa de petri contendo o meio de cultivo (PDA) (Figura 4A). De seguida fechou-se a placa, selou-se com parafilme, etiquetou-se e incubou-se à temperatura ambiente por um período de 3-5 dias (Mathur e Kongsdal, 2003).

De seguida, procedeu-se com a confirmação da espécie do fungo, através das preparações microscópicas e observação do fungo no microscópio óptico composto (Figura 4B). Com auxílio da literatura (Mathur e Kongsdal, 2003) e de um técnico de laboratorio experiente, fez-se a comparação e a descrição das características morfológicas dos fungos.

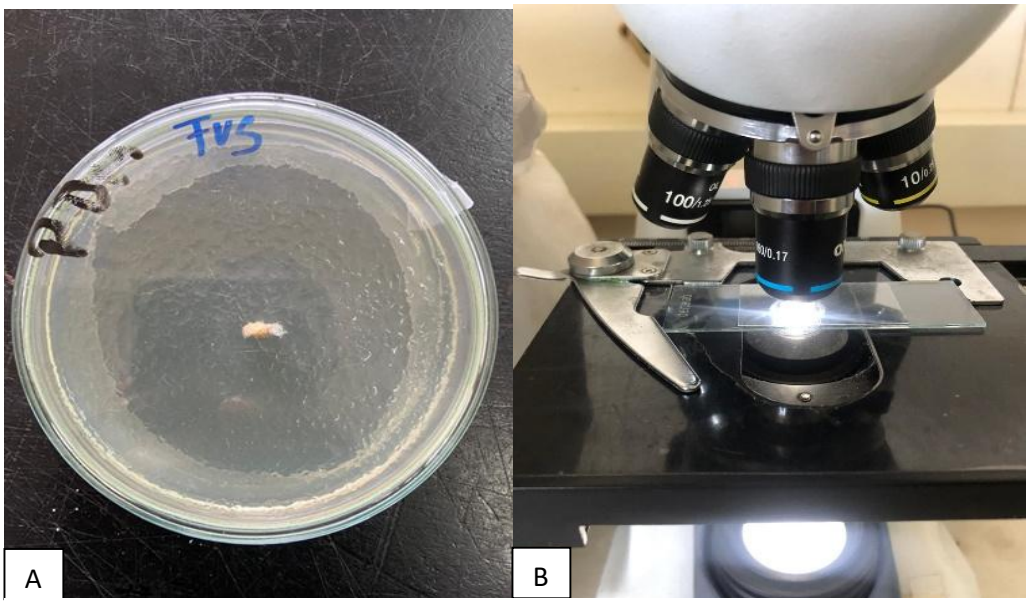


Figura 4: Semente de trigo contendo micélio incubada em meio de cultivo PDA (A). Observação microscópica do micélio do fungo (B) Fonte: Autora (2024)

3.3. Avaliação da incidência dos fungos nas variedades em estudo

Para avaliar a incidência dos fungos fez-se a contagem das sementes infectadas por cada espécie de fungo em cada placa, por amostra.

E posteriormente fez se os cálculos dos níveis de infecção de cada espécie de fungo em cada amostra, usando a seguinte formula (Mathur e Kongsdal, 2003):

$$PI = \frac{NSi}{200} * 100\%$$

Onde:

PI: Percentagem de infecção por fungo X na amostra

NSi: Número de sementes infectadas pelo fungo X na amostra

Equação 2. Fórmula para o cálculo dos níveis de infecção por fungo na amostra

3.4. Análise de dados

Para a organização dos dados obtidos, elaboração de gráficos e tabelas usou-se Microsoft Office Excel. Para a análise estatística dos dados referentes à incidência de fungos nas diferentes variedades de trigo, recorreu-se ao teste de Kruskal-Wallis, uma vez que se trata de um método não paramétrico adequado para comparar mais de dois grupos independentes. Esta abordagem revelou-se apropriada tendo em conta a natureza dos dados (percentagens) e a possibilidade de não seguirem uma distribuição normal, especialmente devido à dimensão amostral reduzida e à variabilidade observada entre as variedades.

A escolha deste teste deve-se ao facto de não exigir pressupostos rígidos de normalidade e homogeneidade de variâncias, o que o torna robusto para análises em que esses requisitos podem não ser cumpridos.

Após a identificação de diferenças estatisticamente significativas com o teste de Kruskal-Wallis, procedeu-se com o teste de Dunn para comparações múltiplas entre os grupos, utilizando o valor de p ajustado para identificar quais pares de variedades apresentaram diferenças significativas na incidência dos fungos. O nível de significância adoptado foi de 5% ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas com recurso ao software R (versão 4.2). Considerando como variável resposta a incidência dos fungos e os tratamentos foram as diferentes variedades.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da qualidade fisíca da semente

A figura 5 apresenta os resultados da inspecção de sementes secas das variedades de trigo (G13, G8, G24, G11 e G7), onde foi possível detectar sementes perfuradas, sementes com manchas e sementes com micelio. Observou-se também que todas as sementes analisadas apresentaram 100% de presença de micelio indicando a contaminação por fungos. A ocorrência de sementes perfuradas variou, sendo mais elevada nas variedades G11 (28%) e G24 (26%), o que sugere uma maior susceptibilidade de ataque por pragas. No entanto, as variedades G8 e G7 apresentaram uma percentagem moderada de sementes perfuradas (21%) e a variedade G13 teve uma menor percentagem de sementes perfuradas (17%).

Constatou-se que a variedade G11 apresentou maior incidência de fungos de armazém (*Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp.). Segundo Puzzi (1986), as infestações por insectos aumentam o teor de água na semente, favorecendo o desenvolvimento dos fungos de armazém, pois os insectos decompõem parte dos alimentos em gás carbônico e água, aumentando, desta forma, a humidade dos grãos infestados. Segundo Wetzel (1987), os insectos também podem disseminar estes fungos, transportando seus esporos entre as sementes. Várias espécies de fungos de armazenamento dos gêneros Aspergillus e Penicillium foram consideradas como suplementos alimentares de valor para determinados grupos de insectos (Sinha,1983).

A presença de manchas nas sementes é relativamente baixa em todas as variedades, sendo abaixo de 8%, indicando que essa anomalia é menos expressiva que as demais analisadas. Segundo Goulart (2018), a presença de manchas em sementes é um sintoma de infecção por determinados fungos como os do género Colletotrichum.

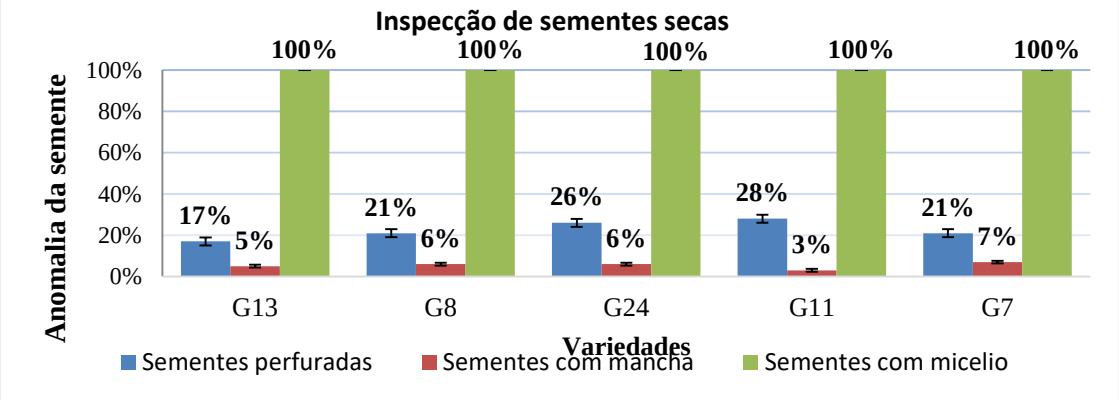


Figura 5: Inspecção de sementes secas em diferentes variedades de trigo

4.2. Identificação de fungos fitopatogénicos em sementes de variedades de trigo

Dentre os fungos que ocorreram nas variedades em estudo, foram identificados: *Aspergillus flavus* (Figura 6); *Fusarium* sp. (Figura 7); *Rhizopus* sp. (Figura 8) e *Penicillium* sp. (Figura 9).

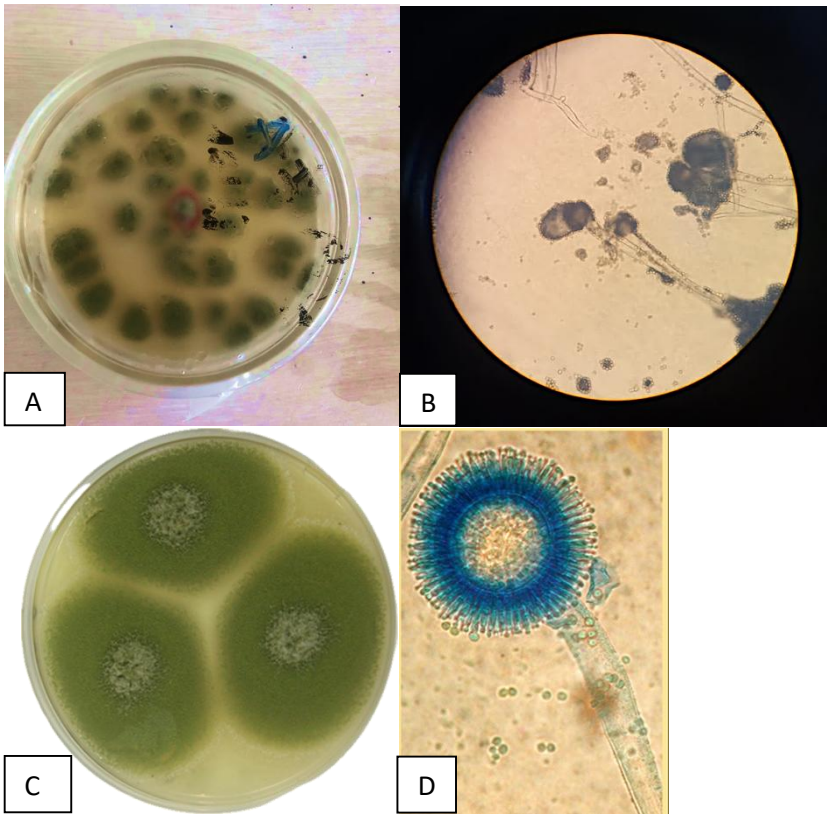


Figura 6: Cultura pura de *Aspergillus flavus* (A). Esporos de *Aspergillus flavus* (B) Fonte: Autora (2024); Cultura pura de *Aspergillus flavus* (C). Esporos de *Aspergillus flavus* (D) Fonte: Makhlouf *et al*., (2019)

A figura 6 mostra as características morfológicas do *Aspergillus flavus* em crescimento no meio de cultura, onde forma colônias de rápido crescimento, com coloração verde, textura aveludada, produção de exsudatos amarelados (visíveis nas bordas das colónias), reverso dourado a marrom (Figuras 6A e 6C) e à microscopia apresenta conidióforos rugosos com vesículas globosas (Figuras 6B e 6D) (Makhlouf *et al*., 2019).

O crescimento do *Aspergillus flavus* na semente é caracterizado por espigas imaturas (brancas) ou espigas maduras, (em tons que variam do creme amarelado ao verde). Os conidióforos são claramente visíveis quando o crescimento é leve. São longos e hialinos, terminando em espigas bulbosas. Conídios globosos a subglobosos, geralmente rugosos, verde-amarelados (Mathur e Kongsdal, 2003).

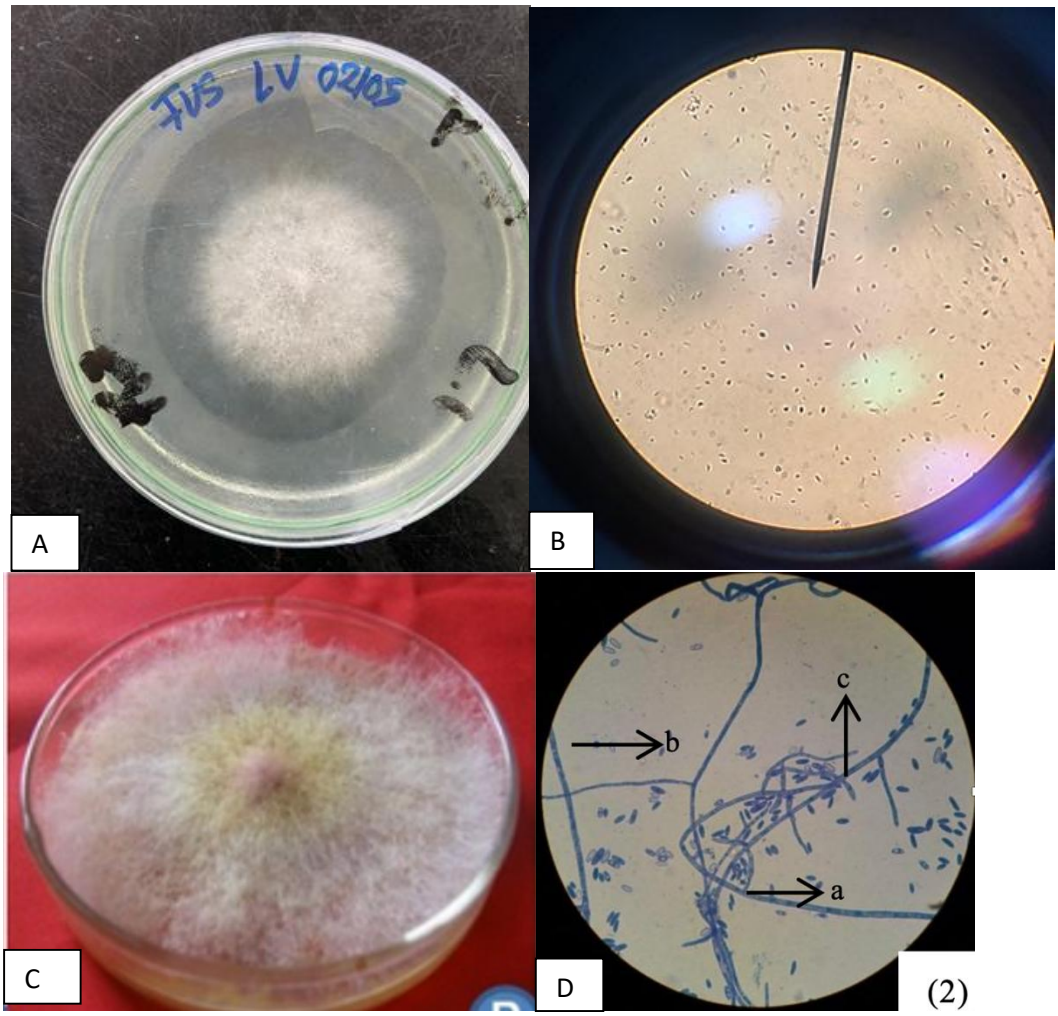


Figura 7 : Cultura pura de *Fusarium* sp. (A). Esporos de *Fusarium* sp. (B) Fonte: Autora (2024) Cultura pura de *Fusarium* sp. (C). Esporos e hifas de *Fusarium* sp. (D) Fonte: A-Minarni *et al.*, (2021) e B-Panwar *et al*., (2016).

No meio PDA, crescimento do *Fusarium* sp. é caracteristicamente pulverulento com colónias brancas a creme (Figura 7A) ou rosadas (Figura 7C), textura algodoada (Mathur e Kongsdal, 2003, Minarni *et al.*, 2021). Quando faz-se preparações de lâminas examinadas em microscópio óptico composto, principalmente os microconidios são observados bem como hifas septadas podem visíveis porem em alguns casos de stress as hifas podem não ser visíveis como pode ter ocorrido no caso deste estudo (Figura 7B). Os microconidios são hialinos, fusiformes, ovais ou cilíndricos (Figura 7D) (Mathur e Kongsdal, 2003, Panwar *et al*., 2016).

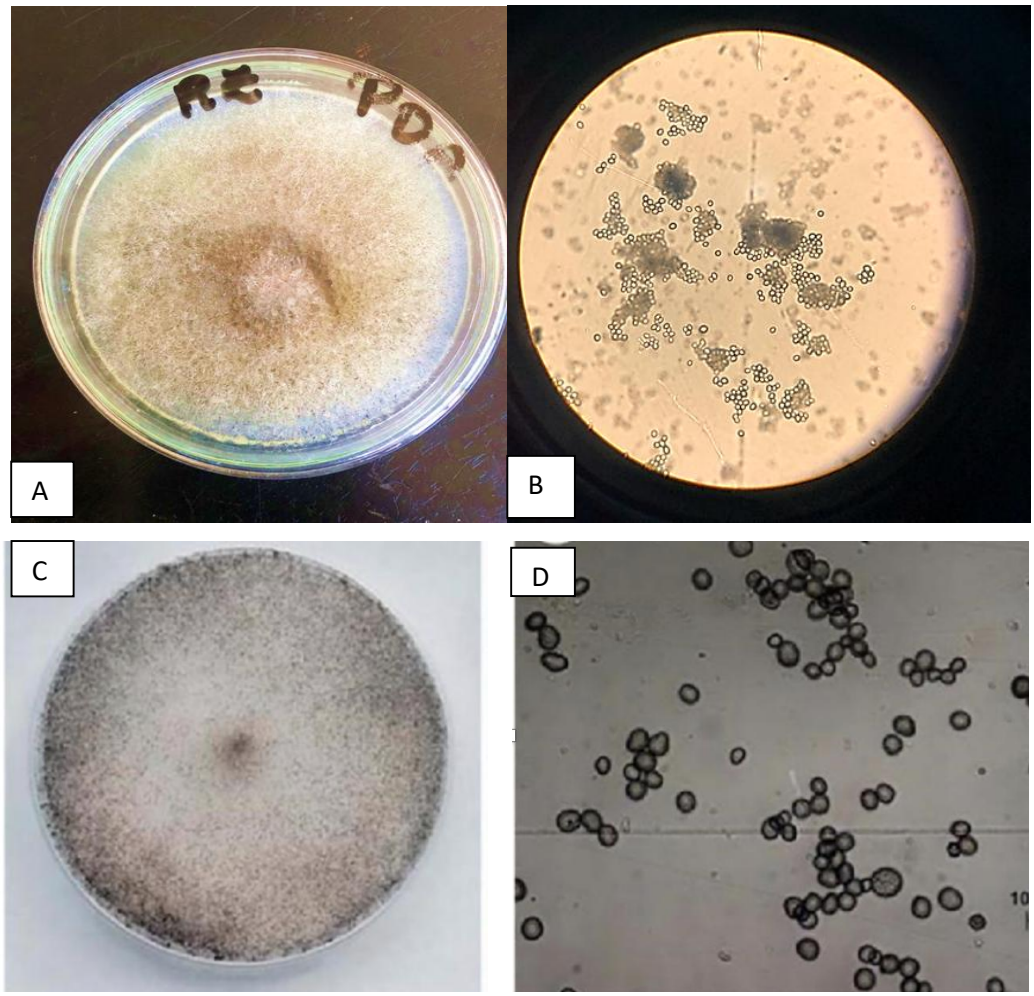


Figura 8: Cultura pura de *Rhizopus* sp. (A). Esporos de *Rhizopus* sp. (B) Fonte: Autora (2024) Cultura pura de *Rhizopus* sp. (C). Esporos de *Rhizopus* sp. (D) Fonte: Liu *et al.*, (2024)

Quando cultivado em PDA, o *Rhizopus* sp. forma um micélio branco (Figuras 8A e 8C), ramificado, não septado, com hifas de 22–32µm de diâmetro e até 2700µm de comprimento, produzindo esporângios esféricos que escurecem com a maturidade, columela peculiar, esporangiósporos com paredes espessas e estriadas (Liu *et al.*, 2024).

Frequentemente, o crescimento do *Rhizopus* sp. cobre toda a semente. Isso se deve à rápida disseminação do fungo. Mesmo a partir de uma semente infectada, o micélio denso pode cobrir toda a placa de Petri. Os esporangióforos marrons são longos, solitários ou surgem em pares. Os rizoides na base dos esporangióforos podem ser vistos em alguns casos. Eles são mais claramente visíveis no papel de filtro. Os esporângios esféricos e pretos contêm numerosos esporangiósporos (Figuras 8B e 8D). Os Esporangiósporos são esporos unicelulares, cujo formato pode variar de globoso a oval, elipsoidal, poligonal ou angular, até mesmo estriado (Mathur e Kongsdal, 2003).

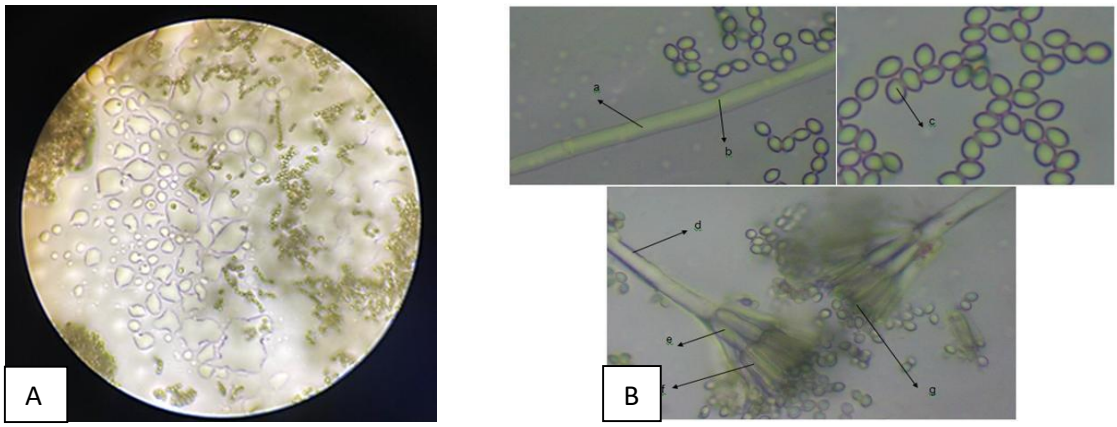


Figura 9: A- Esporos de *Penicillium* sp. Fonte: Autora (2024) B- Esporos de *Penicillium* sp. por Sukmawati *et al.*, (2020) (a-g): Característica microscópica de Penicillium (a = hifas, b = anteparo, c = conídios, d = conidióforos, e = métula, f = fiálide, g = conídios).

Os conidióforos do *Penicillium* sp. surgem do micélio isoladamente ou, menos frequentemente, em sinêmas. Ramificam-se perto do ápice, formando um apátio em forma de escova, contendo conídios, terminando em filíades que pinçam os conídios em cadeias secas (figura 9B). Conídios hialinos ou de coloração intensa em massa, unicelulares, predominantemente globosos ou ovoides (Sukmawati *et al.,* 2020*).* Um gênero amplo que contém espécies parasitas e saprofíticas. De ressaltar que a figura 8A foi tirada de uma objectiva de 50X (pela autora) e a figura 9B de uma objectiva de 1000X por Sukmawati *(et al.,* 2020*).*

4.3. Avaliação da incidência dos fungos nas sementes das variedades em estudo

Nas variedades analisadas (G11, G7, G8, G13, G24) foram detectados 6 géneros de fungos e 9 espécies. Os fungos encontrados foram *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Colletotrichum* sp., *Fusaium* sp., *Fusarium moniliforme, Fusarium solani, Microdochum oryzae, Penicillium* sp., *Rhizopus* sp..

Em um estudo realizado por Kobayast e Pires (2011), foi avaliada a ocorrência de fungos em diferentes variedades de trigo usando o mesmo método, onde foram encontrados o *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. *e Rizhopus* sp. que também foram encontrados neste estudo.

Dentre os fungos encontrados neste estudo, o género Fusarium é o que está associado a diversas infecções em sementes. Outros fungos considerados por alguns autores como responsáveis por causar infecções em sementes de trigo são: *Alternaria* sp., *Helminthosporium sativum*, *Helminthosporium tritici-repentis*, *Septoria nodorum*, *Tilletia caries*, *Tilletia ioetide*, *Ustilago*

tritici (Reis, 1987; Goulart, 1995). Estes não foram encontrados neste estudo, provavelmente porque os microorganismos necessitam de condições ambientais especificas para se desenvolverem e esporularem, tais como luz, temperatura, aeração, pH, e outros, sendo que, não existe um conjunto de condições únicas para todas as culturas de fungos patogênicos, é preciso que sejam pré-estabelecidas (Pitt e Hocking, 2009).

Na variedade G11 (Figura 10) foram encontrados os fungos das espécies *Aspergillus flavus, Fusarium moniliforme, Fusarium solani, Fusarium* sp., *Penicillium* sp. *e Rhizopus* sp., tendo apresentado maior incidência de *Rhizopus* sp. (79%) e *Fusarium moniliforme* (76,5%) e menor incidência de *Fusarium* sp. (2,5%).

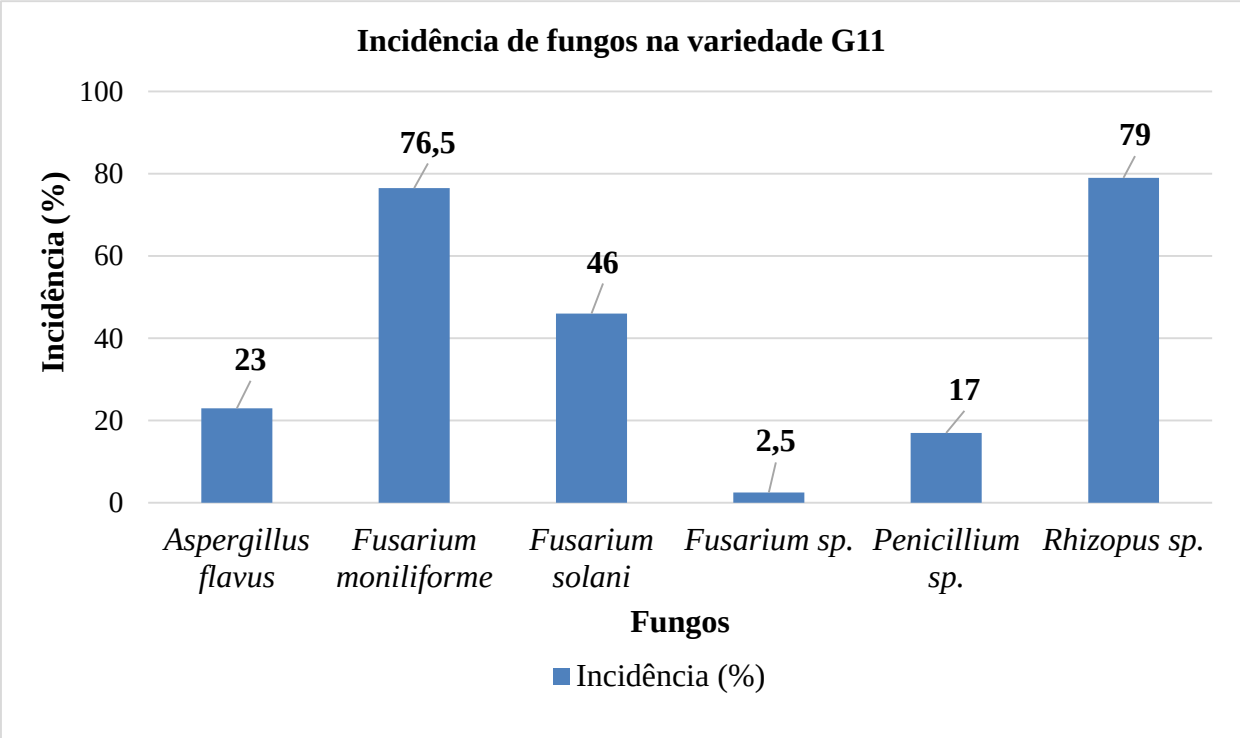


Figura 10: Incidência de fungos na variedade G11

Na variedade G7 (Figura 11) foram encontrados os fungos das espécies, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium solani*, *Fusarium* sp. e *Rhizopus* sp., tendo apresentado maior incidência de *Fusarium solan*i (84%) e menor incidência *de Fusarium* sp. (6,5%).

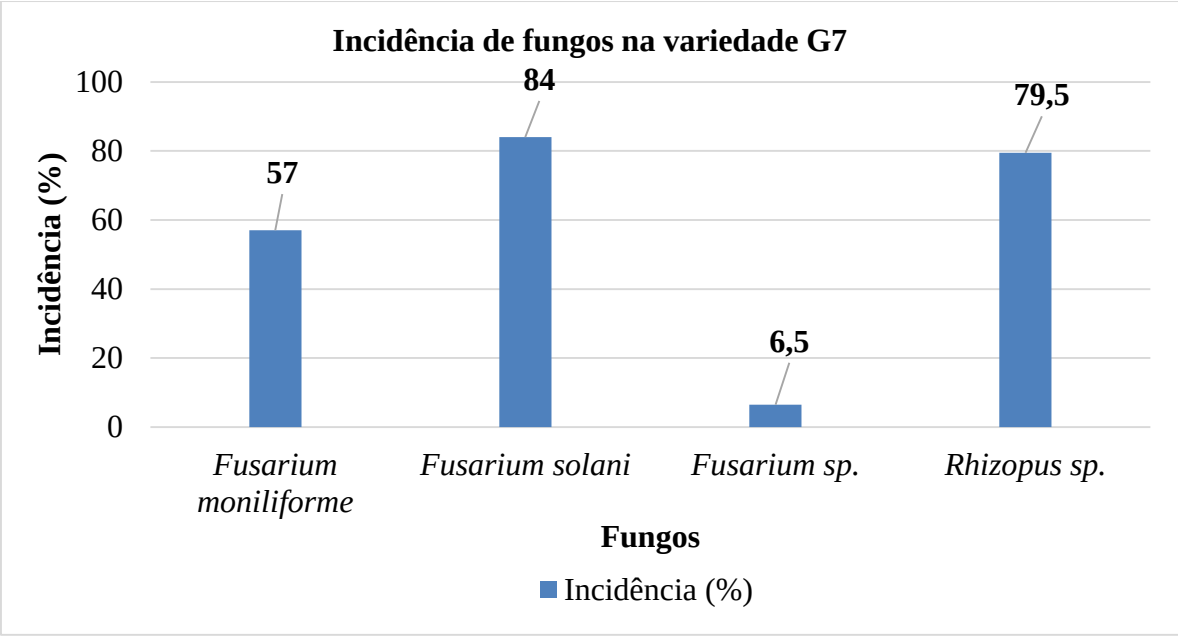


Figura 11: Incidência de fungos na variedade G7

Na variedade G13 (Figura 12) foram encontrados os fungos das espécies *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Collectotrichum* sp., *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Microdochium oryzae*, *Penicillium* sp. *e Rhizopus* sp., tendo sido observada uma maior incidência de *Fusarium moniliforme* (25,5%) e menor de *Aspergillus niger* e *Microdochium oryzae* (0,5%).

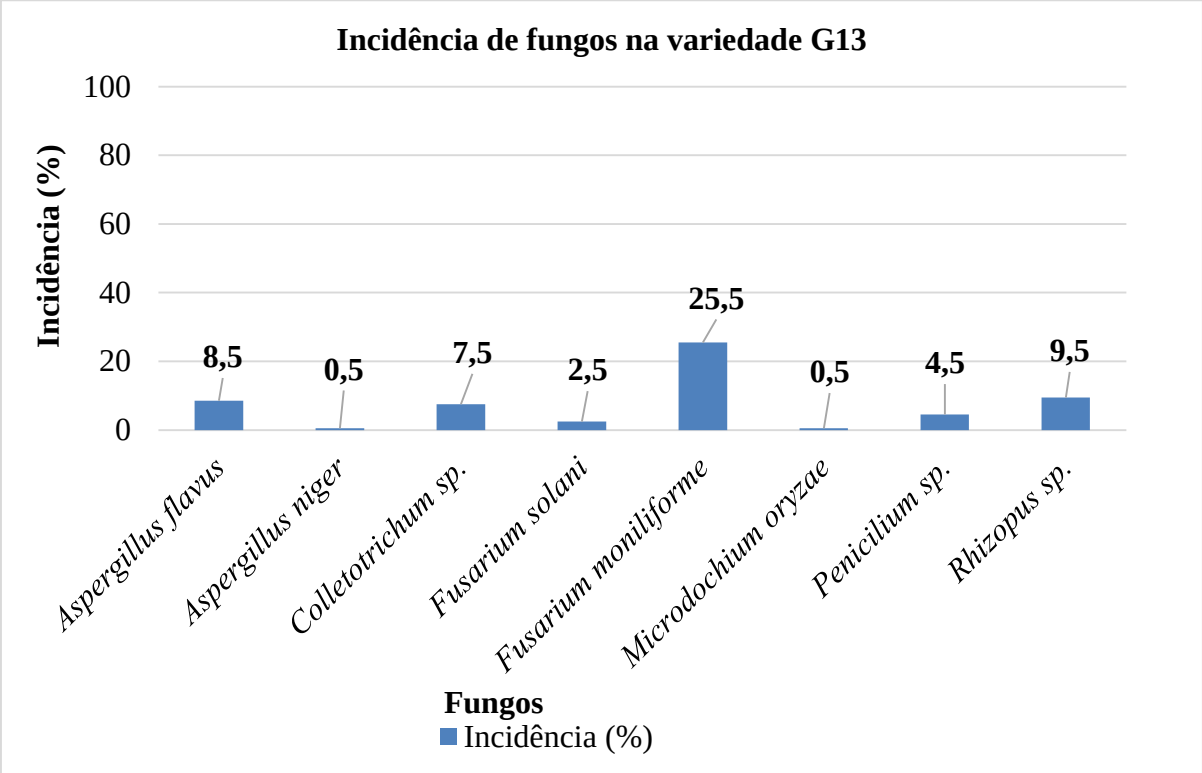


Figura 12: Incidência de fungos na variedade G13

Na variedade G24 (Figura 13) foram encontrados os fungos das especies *Aspergillus flavus, Collectotrichum* sp., *Fusarium solani, Fusarium moniliforme, Microdochium oryzae, Penicillium* sp. *e Rhizopus* sp., tendo apresentado maior incidência de *Fusarium moniliforme* (57%), *Rhizopus* sp. (47%) e menor de *Microdochium oryzae* (1%), Aspergillus *flavus* (1,5%), *Penicillium* sp. (2,5), *Collectotrichum sp.* (3,5%) e *Fusarium solani* (4%).

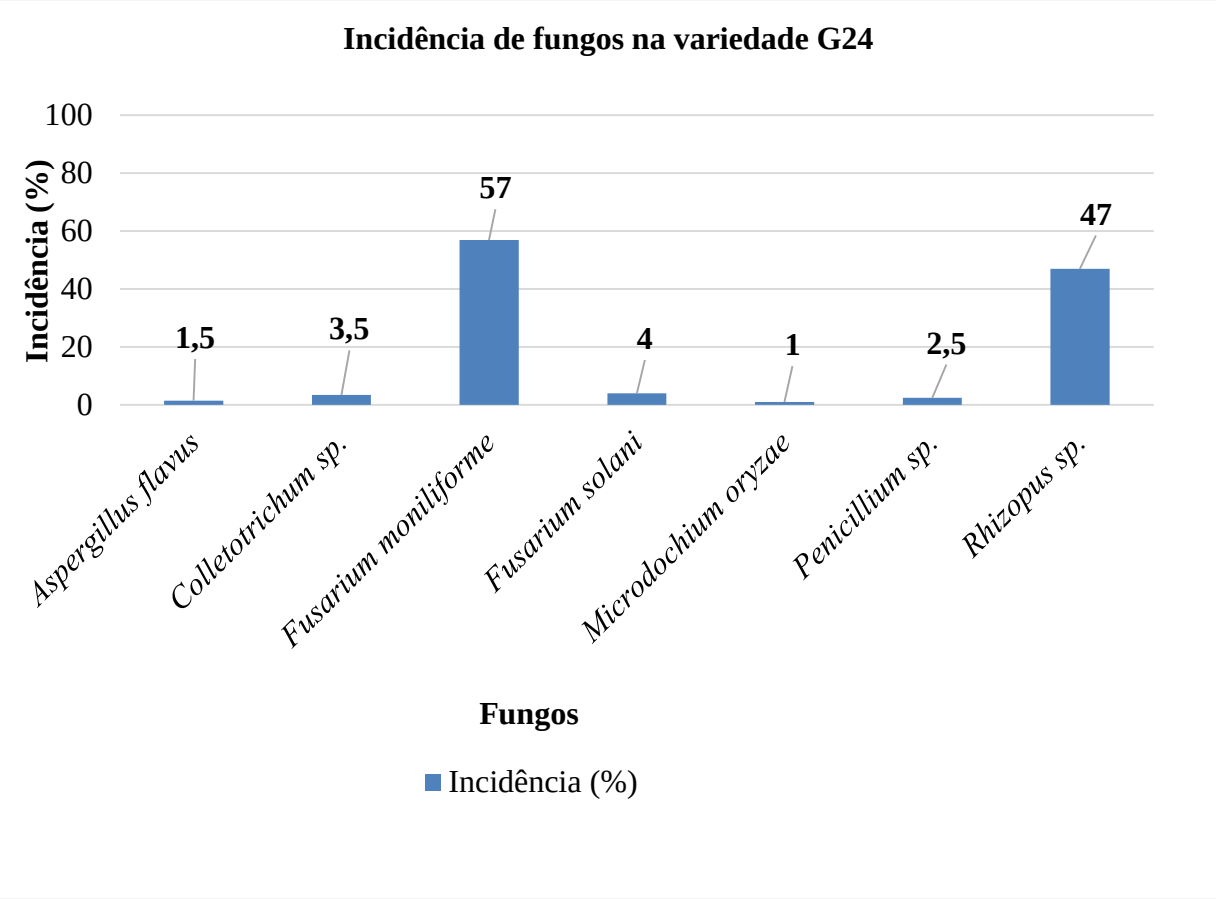


Figura 13 : Incidência de fungos na variedade G24

Na variedade G8 (Figura 14) foram encontrados os fungos das especies *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Fusarium solani, Fusarium* sp., *Fusarium moniliforme, Microdochium oryzae, Penicillium* sp. *e Rhizopus* sp., tendo apresentado maior incidência de *Fusarium moniliforme* (68%), e menor de *Aspergillus niger* (0,5 %) e *Microdochium oryzae* (1 %).

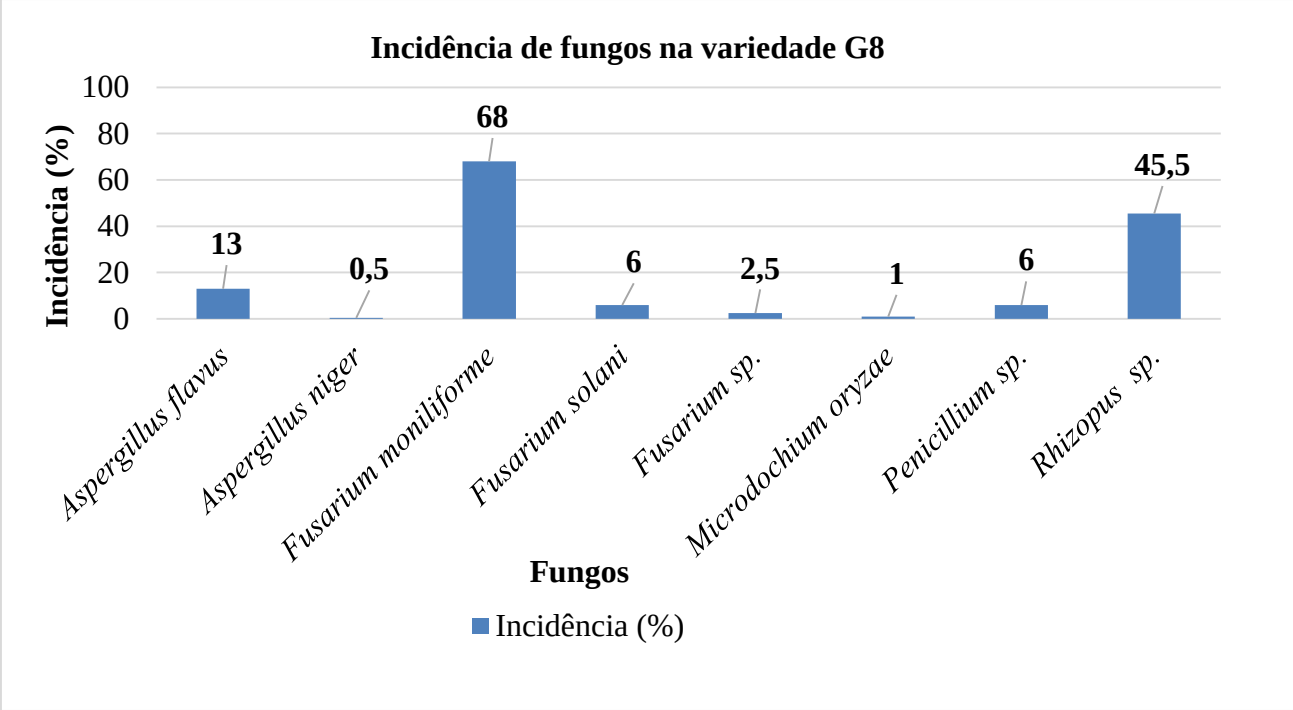


Figura 14 : Incidência de fungos na variedade G8

Entre as espécies do género Aspergillus houve uma maior frequência de infecções por *Aspergillus flavus* em relação a *Aspergillus niger*. Provavelmente deve-se a capacidade que o fungo *Aspergillus flavus* possui de sobreviver em condições adversas. Um estudo semelhante foi feito por Al-Shebly (2022) onde foi verificada uma maior infecção nas sementes de trigo por fungos da espécie *Aspergillus flavus,* comparativamente a outras espécies como *Aspergillus niger*, devido à habilidade que este fungo tem de crescer em condições adversas que podem ser desfavoráveis para o seu crescimento.

Segundo Popinigis (1985), os fungos dos genéros Aspergillus e Penicillium estão entre os principais agentes que causam a deterioração das sementes. Carvalho e Nakagawa (2012) afirmaram que estes fungos geralmente estão presentes em sementes recém-colhidas, em percentagens muito baixas e tem a capacidade de sobreviver em condições de baixa humidade.

Em todas as variedades onde ocorreram os fungos *Aspergillus flavus e Penicillium* sp., houve uma maior incidência do *Aspergillus flavus* em comparação com o *Penicillium* sp.. Goulart (2018) menciona que o *Penicillium* sp. é mais raro que o *Aspergillus flavus,* e geralmente é encontrado em sementes de baixa qualidade. É prejudicial em sementes armazenadas em alta humidade. As colónias desse fungo crescem de forma lenta a moderada na superfície das sementes e geralmente apresentam uma extensa esporulação colorida do verde ao azul.

O fungo *Rhizopus* sp. ocorreu em todas as variedades com uma alta incidência, provavelmente seja devido ao facto desse fungo apresentar micélio abundante e de rápido crescimento, podendo contaminar o meio de cultura e impedir o desenvolvimento de outros fungos que se pretendem estudar nas análises laboratoriais (Bedendo, 2011).

Os fungos *Fusarium moniliforme* e *Fusarium solani*, também ocorreram em todas as variedades. Segundo Pozzi *et al*., (2002), o *Fusarium* sp. pode causar diversos problemas, como podridão de sementes, podridão radicular, protuberâncias nos grãos de cereais, as murchas vasculares, a diminuição do vigor inicial e o aumento do grau de deterioração durante o armazenamento das sementes. Segundo Milanesi (2009), este fungo pode ocorrer especialmente em locais de climas tropicais e subtropicais e é capaz de sobreviver por longos períodos no solo pela formação de estruturas chamadas clamidósporos.

Tabela 2. Incidência média por fungos nas diferentes variedades

	Variedades				
Fungos	G7	G8	G11	G24	G13
Aspergillus flavus	0C	3,35A	5,75A	0,375BC	2,125AB
Aspergillus niger	0A	0A	0.125A	0A	0,125A
Colletotrichum sp.	0A	0A	0A	0,87A	1,87A
Fusarium moniliforme	14,25A	17A	19,25A	14,25AB	6,37B
Fusarium solani	21B	1,5A	11,5AB	1A	0,625A
Fusarium sp.	1,62A	0,62A	0,62A	0A	0A
Microdochium oryzae	0A	0,25A	0A	0.25A	0,25A
Penicillium sp.	0B	1,5AB	4,25A	0AB	1,125AB
Rhizopus sp.	19,87A	11,37AB	19,5A	11,75AB	2,37B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Dunn probabilidade de 5%.

O *Aspergillus niger* ocorreu somente nas variedades G8 e G13, estatisticamente não houve diferença significativa entre as duas variedades na incidência desse fungo.

O *Aspergillus flavus* ocorreu em todas as variedades excepto na variedade G11, e verificou-se diferenças significativas na incidência desse fungo entre as variedades G7 e G13, G24 e G8, G7 e G8.

O *Penicillium* sp. ocorreu em todas as variedades excepto na variedade G11 e não houveram diferenças significativas entre as variedades.

O *Rhizopus* sp., *Fusarium moniliforme* e *Fusarium solani* foram observados em todas as variedades, os resultados do teste mostraram diferenças significativas entre as variedades G11 e G13, G13 e G7 para o *Rhizopus* sp.. Verifou-se diferenças significativas entre as variedades G13 e G7, G13 e G7, G7 e G8 na incidência de *Fusarium solani*. E houve diferenças significativas entre as variedades G11 e G13, G13 e G8 na incidência de *Fusarium moniliforme*.

Os fungos *Aspergillus niger*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Microdochum oryzae*, não apresentaram diferenças significativas entre as variedades (Tabela 1).

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

- As anomalias detectadas nas sementes foram na sua maioria a presença do micélio fúngico (com 100% em todas as varidades). As perfurações causadas por insectos foram maiores nas variedades G24 com 26% e G11 com 28%.

- Os fungos que ocorreram nas variedades em estudo foram: *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Colletotrichum* sp., *Fusaium* sp., *Fusarium moniliforme, Fusarium solani, Microdochum oryzae, Penicillium* sp., *Rhizopus* sp..

- As variedades G11 e G8 mostraram maior incidência do fungo *Fusarium moniliforme* com 76,5% e 68% respectivamente. A incidência de *Rhizopus* sp. foi maior nas variedades G7 e G11 com 79,5% e 79% respectivamente. A variedade G7 apresentou maior incidência do *Fusarium solani* com 84%.

5.2. Recomendações

- Para obter melhores resultados, recomenda-se controlar diariamente as placas em camara húmida, para evitar contaminação por fungos de rápido crescimento que podem impedir o crescimento de fungos importantes para a cultura de trigo que crescem mais lentamente;
- Fazer a cultura em PDA imediatamente após a identificação macroscópica do fungo de modo a garantir a confirmação da espécie do fungo;
- Antes da produção do trigo, é necessário fazer o tratamento da semente com fungicidas de modo a prevenir a ocorrência de fungos fitopatogénicos;
- Realização de mais estudos sobre a ocorrência de fungos nas sementes de trigo para complementar os resultados obtidos neste estudo.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AL-SHEBLY, :. H. Effect of Aspergillus flavus on Seed Germination and Seedlings Growth of Barley and Some of Associated Weeds. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Scienc, 1-5. (2022)
2. AOSA – Association Of Official Seed Analysts. Seed vigor testing handbook. Contribution, Beltsville, v.32, 88p; (1983)
3. BANCO DE MOÇAMBIQUE.Balança de Pagamento. estatísticas Externas. https://www.bancomoc.mz/pt/areas-de-actuacao/estatisticas/dominios-e-indicadoresestatisticos/estatisticas-externas/balanca-de-pagamentos/.(2022).
4. BARBA, H. M. C.; MACHADO, J. C.; REIS, E. M. Patologia de sementes: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, P 129-145 (2002);
5. BEDENDO, I. P. Doenças de plantas causadas por fungos. Londrina: UEL, 230p.(2011);
6. BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: PlenumPress 445 p, (1994).
7. BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 28p. (Documentos, 187); (2005).
8. BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária, e abastecimento. Regras para Análise de Sementes.1 ed. Brasília, (2009);
9. BUENO, C. J. Importância da patologia de sementes na agricultura: transmissão e controle de patógenos fúngicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p 45-60 (1987);
10. CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 590 p. (2012);
11. CHAMPEIL A, DORÉ T, FOURBET JF:Fusarium head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by Fusarium in wheat grains. Plant Science 166: 1389-1415; (2004)
12. COSTA, P. N.; BUENO, S. S. C.; FERREIRA, G. Fases da germinação de sementes de annonaemarginata (schtdl.) h.rainer em diferentes temperturas. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 253-260, Março (2011);
13. DE MORI, C.; HARGER, N.; PRANDO, A. M.; SILVA, S. R.; TAVARES, L. C. V.; BASSOI, C. M.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; SILVA FILHO, P.

M. da. Uso de tecnologias em lavouras de trigo tecnicamente assistidas no paraná-safra 2014. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 42 p (2016);

14. DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, v. 1, p. 427-552, (1973);
15. DEXTER JE, MARCHYLO BA, CLEAR RM, CLARKE JM. Efeito da queima da cabeça do fusar-ium na moagem de sêmola e na qualidade da fabricação de massas de trigo duro. Cereal Chem 74:519–525.ht. (1997)
16. DHINGRA, O.O..Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. Revista Brasileira de Sementes7 (1985) :
17. DIQUE, J.E.L.; MIGUEL, M.A.; PEDRO, C.; SILOTA, G.; FERNANDO, C.J.J.; BUNGALA, L.T. da C.; CHARIMBA, A.M.; ABÍLIO, L.C.; SIMBE, J.D.; CARNEIRO, V.Q. GGE biplot analysis of the adaptability and stability of wheat genotypes in Mozambique. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.58, e03549, (2023).
18. DOS SANTOS, E, R, D. Material Complementar ao livro Sistematica Vegetal: Fungos,Florianopolis, p. 1-47, (2015);
19. EMBRAPA SOJA. Cultivares de soja 2010/2011 Regiões Sul e Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 60p; (2010)
20. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Production – Crops and Livestock Products. Rome: FAO, (2019). Disponível em: https://www.fao.org/faostat.
21. FIGUEIREDO, A. R. Potencial toxigênico de espécies de Penicillium isoladas de alimentos armazenados.Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, (2020);
22. GOULART, A. C. P. Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle. 2 ed. rev.eampl. – Brasilia, DF, EMBRAPA,(2018);
23. GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; CARDOSO, E. A. Comportamento fisiológico de sementes de Amburana cearensis (Allemão) A.C. Sm. sob estresse hídrico e salino. Revista Árvore, v. 37, n. 6, p. 1037–1045, (2013).
24. HEDAYATI, M. T. et al. Aspergillus flavus: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. Microbiology, New York, v. 153, n. 6, p. 1677-1692, June (2007);
25. HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.;

SOARES, R. M.; DIAS, W. P. Manual de identificação de doenças de soja. Londrina, PR: Embrapa Soja,74 p. (Embrapa Soja. Documentos, n. 256); (2005)

26. ISTA – International Seed Testing Association**.** International rules for seed testing. Seed Science and Technology, v. 21, suppl., p. 1–288, (1993).
27. KLICH, M. A. Environmental and developmental factors influencing aflatoxin production by Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus. Mycoscience, Tokyo, v. 48, n. 4, p. 1-80, (2007);
28. KOBAYAST, L., & PIRES, A. P. Levantamento de fungos em sementes de trigo. pp. 572-578. (Out-Dez de 2011);
29. KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B; DIAS, D. C. F. dos S., Deterioração e vigor da semente. 1. ed. Londrina, Pr: Dezembro (2022);
30. KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, (1999).
31. LÉON, A. E. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. Córdoba:HugoBáez, (2007);
32. LESLIE JF, SUMMERELL BA: The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell.,Oxford, (2006).
33. LIMA, M. I. P.M.; FERNANDES, J. M. c, MACIEL, J.L. principais doenças do trigo no sul do brasil: diagnóstico e manejo.. Passo Fundo: Embrapa Trigo, (2020),
34. LIMA, M. I. P.M.; SÓ E SILVA, M.; CAIERÃO, E.; SCHEEREN, P.L.; DEL DUCA, L. de J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; PIRES,J. L. Avaliação de giberela em genótipos de trigo do Ensaio Estadual de Cultivares, na região de Passo Fundo, em 2005. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 7 p(2006);
35. LIU Q, CHEN Q, LIU H, DU Y M, JIAO W, SUN F, FU M. Rhizopus stolonifer and related control strategies in postharvest fruit: A review. Heliyon. 10. e29522. 10.1016/j.heliyon.2024.e29522 (2024);
36. LOUREIRO, D. K.; SÁ, M. E.; TELLES, B. R. C.; SILVA, G. Z. Efeito do estresse hídrico simulado com polietilenoglicol na germinação de sementes de milho. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 8, n. 2, p. 253–257, (2013);
37. LUZ, W. C. da; FERNANDES, J. M. C. Estria bacteriana do trigo e da cevada. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT (1982);
38. LUZ, W. C. OSÓRIO, E. A. Bacterioses. In: (Coord.). Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, V. 2, p. 581-587, (1982);

39. LYONS, G.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; STANGOULIS, J.; GRAHAM, R. Selenium concentration in wheat grain: is there sufficient genotypic variation to use in breeding? Plant and Soil. v.269, p.369-380, (2005).
40. MAGLIANO, P. N.; KIKOT, G. E. Hongos fitopatógenos en trigo: efectos sobre el rendimiento y calidad del grano. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, v. 23, n. 1, p. 1–14, (2013);
41. MAIA, A, R.; LOPES, J, C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. Ciênc. agrotec. vol.31 no.3 Lavras May/June (2007).
42. MAKHLOUF J, CARVAJAL A, QUERIN A, TADRIST S, PUEL O, LORBER S, OSWALD I, HAMZE M, BAILLY J, BAILLY S. Morphologic, molecular and metabolic characterization of Aspergillus section Flavi in spices marketed in Lebanon. Scientific Reports. 9. 10.1038/s41598-019-41704-1 (2019).
43. MARCOS-FILHO, J. Envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. de B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. 2. ed. Londrina: Abrates, (2020). p. 185-246;
44. MASSOLA, N. S.; KRUGNER, R. Doenças pós-colheita em hortaliças. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas (IAC), p. 105–120, (2011);
45. MATHUR SB, KONGSDAL O Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerlan. (2003);
46. MEHROTRA, R.S. AND A.AGGARWEL. 2003. Plant Pathology. 2nd ed. Tata, McGrew-Hill publishing company limited. New delhi;
47. MILANESI, P.M. Caracterização, toxicidade e patogenicidade de Fusarium sp. em genotipos de soja em Sistema de plantio direto. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. (2009)
48. MILLS, J. T. Fungal deterioration of stored grain: importance, species involved and control. In: Seminar On Seed Pathology: Agriculture Canada, p. 121–132,(1986).
49. MINARNI, YUSUF H, GINTING, J. Morphological characteristic of Fusarium sp.. in several highlands of North Sumatera. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 782. 032070. 10.1088/1755-1315/782/3/032070. (2021).
50. MORETTI AN:. Taxonomy of Fusarium genus, a continuous fight between lumpers and splitters. ZbornikMaticeSrpskezaPrirodneNaukeNoviSad 117: 7-13; (2009)
51. MOSCA, J.; NOVA, Y.; Balança comercial alimentar. Destaque rural N^{0} 168. (21/04/2022)

52. MURRAY, T. D**.** Diseases caused by fungi and fungal-like organisms. In: BOCKUS, W. W. et al. Compendium of wheat diseases and insects. 3. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, (2010);
53. NETO, A.A.O; SANTOS, C.M.R. a cultura de trigo. Companhia nacional de abastecimento- conab, (2017);
54. NETO, J.S.B; ALMEIDA,FC; QUEIROGA, V.P. Sementes estudos tecnológicos.Aracaju: IFS. (2014)
55. OLIVEIRA, G. L. Germinação de sementes: influência de diferentes temperaturas. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 35, n. 1, p. 45–52, (2019);
56. OSÓRIO, E. A. A cultura do trigo. 1. ed. São Paulo: Globo, (1992);
57. PANWAR, VIPIN & AGGARWAL, ASHOK & PAUL, SURINDER & KUMAR, JITENDER & SAHARAN, MAHENDER.. Distribution dynamics of Fusarium sp.. causing Fusarium head blight (FHB) in wheat at different geographical locations in India. South Asian Journal of Experimental Biology. 6. 167-177. 10.38150/sajeb.6(5). (2016) p167-177.
58. PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. A.; ROTA, G. R. M. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel,(2003). 414 p;
59. PITT, I. J., & HOCKING, A. D. Fungi and Food Spoilage. New York: Springer Science, Business Media. (2009);
60. POPINIGIS, F. Fisiologia da Semente . 2ed. Brasília, D F., (1985). 289p;
61. POPPER, L; SCHÄFER, W. & FREUND, W. Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement. Kansas City: Agrimedia,325p(2006);
62. POZZI, C. R.; ARCARO, J. R. P.; JÚNIOR, I. A.; FAGUNDES, H.; CORRÊA, B. Aspectos relacionados à ocorrência e mecanismo de ação de fumonisinas. CienciaRual, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 901-907, (2002);
63. PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. 2.ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 605p, (1986).;
64. QUESADA, Y.R.; Os cereais. Estudo dirigido I. Brasilia-DF, Agosto, (2012)
65. RAMOS, D. P., BARBOSA, R. M., VIEIRA, B. G. T. L., PANIZZI, R. C. & VIEIRA, R. D.Infecção por *Fusariumgraminearum* e *Fusariumverticillioides*em sementes de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44(1): 24-31; (2014).
66. REIS, A.; CASA, R. T. Análise sanitária de sementes: importância e métodos utilizados. Revista Brasileira de Sementes, v. 35, n. 1, p. 16–23, (2013);
67. REIS, E. M. patologia de sementes de cereais de inverno. São Paulo: CNDA. (1987);

68. REIS, T. A. Micotoxinas: conceitos, tipos e efeitos em alimentos e rações. Londrina: Eduel, p. 11–34, (2008);
69. REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (*12. : 2018 : Passo Fundo, RS*). Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2019 / XII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. – Brasília, DF : Embrapa, (2018).
70. REY, M. S.; LIMA, N.B.; DOS SANTOS, J.;PIEROBOM, C.R. Transmissão sementeplântula de colletotrichumlindemuthinum em feijão (Phaseolusvulgaris) Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.76, n.3, p.465-470, jul./set., (2009);
71. SANTIAGO, R.; VIEIRA, R. A.; VASCONCELOS, M. J. M. Micologia agrícola: morfologia, ecologia e importância de fungos fitopatogênicos. Recife: Editora Universitária da UFPE, 148 p. (2013);
72. SCHEUER, P.M; FRANCISCO, de A; MIRANDA, M.Z.da. TRIGO: características e utilização na panificação. Revista brasileira de produtos agroindustriais, campina grande, v.13, n.2, p.211-222, (2011);
73. SCOTI, P.R.. In: ASHER, M. J. c, SHIPTON, P.J. (Ed.). Variation in host susceptibility Biology and control oftake-all. New York: AcademicPress,p. 219 (1981);
74. SHANER, G. Epidemiology offusarium head blight of small grain cereais in North America. In: LEONARD, K. J.; BUSHNELL, W. R. Fusarium headblight of wheat and barley. St. Paul: TheAmericanPhytopathologicalSociety, capa 4, p. 84-119,(2003);
75. SILVA, S. A.; SOUZA, M. A.; BENIN, G. Trigo: Origem, Evolução e Importância. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p. 13–25. (1996);
76. SINHA, R. N.Effects of stored-product beetle infestation on fat acidity, seed germination, and microflora of wheat. Journal of Economic Entomology, Baltimor, v.76, p.813-817, (1983).
77. SONG, Y.; ZHENG, Q**.** Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. Trends in Food Science & Technology, v. 18, n. 3, p. 132–138, 2007
78. SUKMAWATI D, SAIDAH N, HANDAYANI T, RAHAYU S. The characteristics of fungi contaminating chicken feed in Tegal, Bogor, West Java. Asian Journal of Agriculture and Biology. 6. 472-480. (2018).
79. SUMMERELL BA, SALLEH B, LESLIE JF: A utilitarian approach to Fusarium identification. PlantDisease 87: 117-128; (2003)

80. TAKEITI, C. Y. TRIGO. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, (2015).;
81. TEIXEIRA, A. D.; MACHADO, J. C.; PINTO, N. F. J. A transmissão de patógenos por sementes. Fitopatologia Brasileira, v. 22, n. 1, p. 20–25, (1997);
82. WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. Patologia de sementes. Campinas. Fundação Cargill, (1987).

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de registo de fungos no laboratório

ANÁLISE FITOPATOLÓGICA DE SEMENTES

No. de Acesso_____ Cultura_____

Data de Incubacao_____ Data de leitura_____

Análise No._____ Método_____

No. de sementes por placa____ Total de Sementes Testadas___

PlacaNo. / Fungo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Observações

Anexo 2: Percentagem de infecção fúngica da semente

Infecçao fungica (%)						
Nr	**Fungos**	**G11**	**G7**	**G8**	**G13**	**G24**
1	*Aspergillus flavus*	23.00	0	13.00	8.50	1.50
2	*Aspergillus niger*	0	0	0.50	0.50	0
3	*Colletotrichum* sp.	0	0	0	7.5	3.50
4	*Fusarium moniliforme*	76.50	57.00	68.0	25.50	57.00
5	*Fusarium solani*	46.00	84.00	6.0	2.50	4.00
6	*Fusarium* sp.	2.50	6.50	2.50	0	0.00
7	*Microdochium oryzae*	0.00	0.00	1.00	0.50	1.00
8	*Penicillium* sp.	17.00	0.00	6.00	4.50	2.50
9	*Rhizopus* sp.	79.00	79.50	45.5	9.50	47.0

Anexo 3: Analise estatistica-Teste de Kruskal Wallis

>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, A.flavus ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 A.flavus 40 23.8 4 0.0000889 Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, A.niger ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 A.niger 40 3.08 4 0.545 Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, C.dematium ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 C.dematium 40 16.7 4 0.00221Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, F.moniliforme ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>

1 F.moniliforme 40 18.7 4 0.000905Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, F.solani ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 F.solani 40 20.4 4 0.000417Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, Fusariumsp ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 Fusariumsp 40 5.82 4 0.213 Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, M.oryzae ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 M.oryzae 40 4.46 4 0.348 Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, Penicilsp ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method

* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 Penicilsp 40 18.1 4 0.00117Kruskal-Wallis
>kruskal_test(BANCO_DE_DADOS_R, Rhizopsp ~ variedade)
Atibble: 1 x 6
.y. n statistic df p method
* <*chr*><*int*><*dbl*><*int*><*dbl*><*chr*>
1 Rhizopsp 40 26.6 4 0.0000243 Kruskal-Wallis

Anexo 4: Resultados do Teste de Dunn

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, A.flavus ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y. group1 group2 n1 n2 statistic p p.adjp.adj.signif

* <chr><chr><chr><int><int><dbl><dbl><dbl><chr>

1 A.flavus G11 G13 8 8 -0.695 0.487 1 ns

2 A.flavus G11 G24 8 8 -2.96 0.00310 0.0223 *

3 A.flavus G11 G7 8 8 -3.69 0.000228 0.00228 **

4 A.flavus G11 G8 8 8 -0.0552 0.956 1 ns

5 A.flavus G13 G24 8 8 -2.26 0.0237 0.118 ns

6 A.flavus G13 G7 8 8 -2.99 0.00279 0.0223 *

7 A.flavus G13 G8 8 8 0.640 0.522 1 ns

8 A.flavus G24 G7 8 8 -0.728 0.466 1 ns

9 A.flavus G24 G8 8 8 2.90 0.00371 0.0223 *

10 A.flavusG7 G8 8 8 3.63 0.000283 0.00255 **

Onde: A. flavus- *Aspergillus flavus*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, A.niger ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y. group1 group2 n1 n2 statistic p p.adjp.adj.signif

* <chr><chr><chr><int><int><dbl><dbl><dbl><chr>

1 A.niger G11 G13 8 8 1.13 0.257 1 ns

2 A.niger G11 G24 8 8 0 1 1 ns

3 A.niger G11 G7 8 8 0 1 1 ns

4 A.niger G11 G8 8 8 1.13 0.257 1 ns

5 A.niger G13 G24 8 8 -1.13 0.257 1 ns

6 A.niger G13 G7 8 8 -1.13 0.257 1 ns

7 A.niger G13 G8 8 8 0 1 1 ns

8 A.niger G24 G7 8 8 0 1 1 ns

9 A.niger G24 G8 8 8 1.13 0.257 1 ns

10 A.niger G7 G8 8 8 1.13 0.257 1 ns

Onde: A. niger- *Aspergillus niger*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, C.dematium ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y.	group1	group2	n1	n2	statistic	p	p.adjp.adj.signif
* <chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl> <chr>
1 C.dematium	G11	G13	8	8	2.53	0.0113	0.0794 ns
2 C.dematium	G11	G24	8	8	2.74	0.00620	0.0620 ns
3 C.dematium	G11	G7	8	8	0	1	1 ns
4 C.dematium	G11	G8	8	8	0	1	1 ns
5 C.dematium	G13	G24	8	8	0.205	0.838	1 ns
6 C.dematium	G13	G7	8	8	-2.53	0.0113	0.0794 ns
7 C.dematium	G13	G8	8	8	-2.53	0.0113	0.0794 ns
8 C.dematium	G24	G7	8	8	-2.74	0.00620	0.0620 ns
9 C.dematium	G24	G8	8	8	-2.74	0.00620	0.0620 ns
10 C.dematium	G7	G8	8	8	0	1	1 ns

Onde: C.dematium- *Colletotrichum* sp.

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, F.moniliforme ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y.	group1	group2	n1	n2	statistic	p	p.adjp.adj.signif
* <chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl> <chr>
1 F.moniliforme	G11	G13	8	8	-3.98	0.0000687	0.000687 ***

2 F.moniliforme G11 G24 8 8 -1.72 0.0860 0.516 ns

3 F.moniliforme G11 G7 8 8 -1.59 0.112 0.561 ns

4 F.moniliforme G11 G8 8 8 -0.547 0.584 1 ns

5 F.moniliforme G13 G24 8 8 2.26 0.0236 0.165 ns

6 F.moniliforme G13 G7 8 8 2.39 0.0167 0.134 ns

7 F.moniliforme G13 G8 8 8 3.43 0.000596 0.00536 **

8 F.moniliforme G24 G7 8 8 0.129 0.898 1 ns

9 F.moniliforme G24 G8 8 8 1.17 0.242 0.969 ns

10 F.moniliforme G7 G8 8 8 1.04 0.298 0.969 ns

Onde: F. moniliforme- *Fusarium moniliforme*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, F.solani ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y. group1 group2 n1 n2 statistic p p.adjp.adj.signif

* <chr><chr><chr><int><int><dbl><dbl><dbl><chr>

1 F.solani G11 G13 8 8 -2.13 0.0336 0.235 ns

2 F.solani G11 G24 8 8 -1.34 0.181 0.907 ns

3 F.solani G11 G7 8 8 2.03 0.0427 0.256 ns

4 F.solani G11 G8 8 8 -0.975 0.330 1 ns

5 F.solaniG13 G24 8 8 0.789 0.430 1 ns

6 F.solaniG13 G7 8 8 4.15 0.0000330 0.000330 ***

7 F.solaniG13 G8 8 8 1.15 0.250 1 ns

8 F.solaniG24 G7 8 8 3.36 0.000771 0.00694 **

9 F.solaniG24 G8 8 8 0.362 0.718 1 ns

10 F.solaniG7 G8 8 8 -3.00 0.00269 0.0215 *

Onde: F. solani- *Fusariumsolani*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, Fusariumsp ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y. group1 group2 n1 n2 statistic p p.adjp.adj.signif

* <chr><chr><chr><int><int><dbl><dbl><dbl><chr>

1 Fusariumsp G11 G13 8 8 -1.34 0.180 1 ns

2 Fusariumsp G11 G24 8 8 -1.34 0.180 1 ns

3 Fusariumsp G11 G7 8 8 -0.0162 0.987 1 ns

4 Fusariumsp G11 G8 8 8 0.517 0.605 1 ns

5 Fusariumsp G13 G24 8 8 0 1 1 ns

6 Fusariumsp G13 G7 8 8 1.32 0.185 1 ns

7 Fusariumsp G13 G8 8 8 1.86 0.0632 0.632 ns

8 Fusariumsp G24 G7 8 8 1.32 0.185 1 ns

9 Fusariumsp G24 G8 8 8 1.86 0.0632 0.632 ns

10 Fusariumsp G7 G8 8 8 0.533 0.594 1 ns

Onde: Fusariumsp- *Fusarium sp*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, M.oryzae ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y.	group1	group2	n1	n2	statistic	p	p.adj	p.adj.signif
*	<chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	M.oryzae	G11	G13	8	8	0.746	0.455	1	ns
2	M.oryzae	G11	G24	8	8	1.49	0.135	1	ns
3	M.oryzae	G11	G7	8	8	0	1	1	ns
4	M.oryzae	G11	G8	8	8	1.49	0.135	1	ns
5	M.oryzae	G13	G24	8	8	0.746	0.455	1	ns
6	M.oryzae	G13	G7	8	8	-0.746	0.455	1	ns
7	M.oryzae	G13	G8	8	8	0.746	0.455	1	ns
8	M.oryzae	G24	G7	8	8	-1.49	0.135	1	ns
9	M.oryzae	G24	G8	8	8	0	1	1	ns
10	M.oryzae	G7	G8	8	8	1.49	0.135	1	ns

Onde: M.oryzae- *Microdochium oryzae*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, Penicilsp ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y.	group1	group2	n1	n2	statistic	p	p.adj	p.adj.signif
*	<chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>

1 Penicilsp G11 G13 8 8 -1.60 0.110 0.552 ns

2 Penicilsp G11 G24 8 8 -2.69 0.00721 0.0649 ns

3 Penicilsp G11 G7 8 8 -4.08 0.0000449 0.000449 ***

4 Penicilsp G11 G8 8 8 -1.70 0.0896 0.538 ns

5 Penicilsp G13 G24 8 8 -1.09 0.275 0.826 ns

6 Penicilsp G13 G7 8 8 -2.48 0.0130 0.104 ns

7 Penicilsp G13 G8 8 8 -0.101 0.919 0.919 ns

8 Penicilsp G24 G7 8 8 -1.39 0.163 0.653 ns

9 Penicilsp G24 G8 8 8 0.989 0.323 0.826 ns

10 Penicilsp G7 G8 8 8 2.38 0.0172 0.120 ns

Onde: Penicilsp- *Penicillium sp*

>dunn_test(BANCO_DE_DADOS_R, Rhizopsp ~ variedade, p.adjust.methods)

Atibble: 10 x 9

.y. group1 group2 n1 n2 statistic p p.adjp.adj.signif

* <chr><chr><chr><int><int><dbl><dbl><dbl><chr>

1 Rhizopsp G11 G13 8 8 -4.36 0.0000130 0.000117 ***

2 Rhizopsp G11 G24 8 8 -2.02 0.0429 0.183 ns

3 Rhizopsp G11 G7 8 8 0.0428 0.966 1 ns

4 Rhizopsp G11 G8 8 8 -2.12 0.0339 0.183 ns

5 Rhizopsp G13 G24 8 8 2.34 0.0195 0.156 ns

6 Rhizopsp G13 G7 8 8 4.40 0.0000107 0.000107 ***

7 Rhizopsp G13 G8 8 8 2.24 0.0252 0.176 ns

8 Rhizopsp G24 G7 8 8 2.07 0.0387 0.183 ns

9 Rhizopsp G24 G8 8 8 -0.0964 0.923 1 ns

10 Rhizopsp G7 G8 8 8 -2.16 0.0305 0.183 ns

Onde: Rhizopsp- *Rhizopus sp*

Anexo 5: Analise descritiva dos dados

> BANCO_DE_DADOS_R %>%

+ get_summary_stats(A.flavus, A.niger, C.dematium, F.moniliforme, F.solani, Fusariumsp, M.oryzae, Penicilsp, Rhizopsp, show = c("mean", "sd", "median", "iqr"))

Atibble: 9 x 6

variable n mean sd median iqr

<fct><dbl><dbl><dbl><dbl><dbl>

1 A.flavus40 2.3 2.99 1 3.25

2 A.niger40 0.05 0.221 0 0

3 C.dematium40 0.55 1.34 0 0

4 F.moniliforme 40 14.2 5.94 15 8

5 F.solani 40 7.12 9.44 1.5 17.2

6 Fusariumsp 40 0.575 2.00 0 0

7 M.oryzae 40 0.125 0.335 0 0

8 Penicilsp 40 1.5 2.17 1 2