



OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE CINCO LINHAGENS BRASILEIRAS DE QUINOA (OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE QUINOA)

ALESSANDRO PORTES DA SILVA¹; VALDIR LOURENÇO JR.²

¹Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR. E-mail: portesale@bol.com.br

²Professor do Curso de Agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR. Endereço para correspondência: Rodovia BR-158, Km 207, s/n, CEP 87300-970, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: valdirjunior@grupointegrado.br, valdirlourencojunior@yahoo.com.br

RESUMO

A quinoa possui alto potencial para ser implantada no sistema agrícola brasileiro, principalmente na entressafra em pequenas propriedades. Essa planta é propagada por sementes, no entanto, há pouca informação sobre a ocorrência de fungos fitopatogênicos. Dessa forma, os objetivos nesse estudo foram quantificar a ocorrência, a frequência e a associação de gêneros de fungos em sementes de cinco linhagens brasileiras de quinoa fornecidas pelo Programa de Melhoramento da Faculdade Integrado de Campo Mourão – PR. Detectou-se alta porcentagem de fungos associados às sementes de quinoa (acima de 60%). No entanto, a distribuição de gêneros de fungos não foi homogênea nas linhagens 1 ($\chi^2=43,0$ e $P < 0,0001$), 2 ($\chi^2=35,49$ e $P < 0,0001$), 3 ($\chi^2=51,09$ e $P < 0,0001$), 4 ($\chi^2=25,55$ e $P < 0,0001$) e 5 ($\chi^2=23,69$ e $P < 0,0001$). O gênero *Aspergillus* foi detectado com maior frequência nas cinco linhagens de quinoa. Em menor frequência, detectou-se o gênero *Alternaria* e *Fusarium*. Houve baixa frequência de *Curvularia* e *Penicillium* nas sementes de quinoa. *Curvularia* foi identificado na linhagem 1 e *Penicillium* detectado nas linhagens 1, 2 e 3. Não há evidência da associação de gêneros de fungos em linhagens de quinoa ($\chi^2=25,77$ e $P = 0,07$). A partir dos resultados obtidos nesse trabalho, será importante identificar as espécies patogênicas e estabelecer medidas de controle que reduzam a incidência de fungos em sementes de quinoa.

Palavras-chave: *Chenopodium quinoa*, patologia de sementes, micologia.

OCCURRENCE OF FUNGI ON QUINOA SEEDS FROM FIVE BRAZILIAN LINEAGES

OCCURRENCE OF FUNGI ON QUINOA SEEDS

ABSTRACT

Quinoa is a valuable food resource that can be cultivated in several Brazilian regions. This plant is propagated by seeds, however, there is no information about the occurrence of fungi on quinoa seeds in Brazil. Thus, we quantified the occurrence, frequency and association of fungi genus on quinoa seeds from five Brazilian lineages developed by the "Programa de Melhoramento da Faculdade Integrado de Campo Mourão". It was detected high percentage of fungi on quinoa seeds (above 60%). Nevertheless, the distribution of fungi genus was unequal on lineages 1 ($\chi^2=43.0$ and $P < 0.0001$), 2 ($\chi^2=35.49$ and $P < 0.0001$), 3 ($\chi^2=51.09$ and $P < 0.0001$), 4 ($\chi^2=25.55$ and $P < 0.0001$), and 5 ($\chi^2=23.69$ and $P < 0.0001$). The *Aspergillus* genus was detected with the highest frequency on five quinoa lineages. *Alternaria* and *Fusarium* genus were found in all lineages, but they were detected in the lower frequency than the *Aspergillus* genus. There was low frequency of *Curvularia* and *Penicillium* genus on quinoa seeds. *Curvularia* was identified on the lineage 1 and *Penicillium* detected on lineages 1, 2, and 3. There is no evidence of genus fungi associated with quinoa lineages ($\chi^2=25.77$ and $P = 0.07$). Based on these results, it will be important to identify fungal plant pathogens species and to establish control measures to reduce the

incidence of fungi on quinoa seeds.

Key words: *Chenopodium quinoa*, seed pathology, mycology.

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) é uma planta anual (ciclo de 80-150 dias) e autógama originária dos Andes (1). Essa planta foi introduzida recentemente no Brasil na década de 90 para diversificar o sistema de cultivo nas regiões do cerrado devido ao baixo custo de produção e alto valor econômico (2). A quinoa é utilizada na alimentação humana e na fabricação de ração para animais. Em alguns estudos recentes foi demonstrado que essa planta possui um alto valor nutritivo com teores elevados de proteína, fósforo, cálcio, potássio e ferro (3).

A propagação da quinoa é feita por sementes (2). No entanto, a ocorrência de fitopatógenos em sementes, principalmente fungos fitopatogênicos, podem comprometer a expansão da cultura no Brasil. Há relatos de fungos associados em sementes de quinoa na Bolívia, Peru, Argentina e República Tcheca. Em um estudo conduzido no Brasil, observou-se a ocorrência de *Fusarium equiseti*, *Alternaria alternata*, *Curvularia*, *Clamidosporium* e *Pyrenochaeta* em sementes de quinoa. Entretanto, esse estudo não foi conduzido com linhagens brasileiras (2).

Há a necessidade de identificar fungos em sementes de linhagens brasileiras de quinoa. A BRS Piabiru foi a primeira cultivar brasileira desenvolvida no final da década de 1990 que é recomendada para a região Centro-Oeste (1). A partir dessa cultivar, outras linhagens foram desenvolvidas para que sejam cultivadas em outras regiões brasileiras. No município de Campo Mourão, estado do Paraná, o Programa de Melhoramento da Faculdade Integrado de Campo Mourão desenvolveu linhagens de quinoa adaptadas à região (4). No entanto, não há informação de fungos que podem comprometer a sanidade das sementes dessas linhagens e a semeadura em campos de cultivo.

A identificação de fungos associados às sementes de quinoa será importante na diagnose e no estabelecimento de medidas de controle de doenças. Como a quinoa é utilizada na alimentação humana e na produção de rações para animais (5), a ocorrência de fungos podem comprometer a qualidade dos grãos. Dessa forma, os objetivos nesse estudo foram quantificar a ocorrência, a frequência e a associação de gêneros de fungos em sementes de cinco linhagens brasileiras de quinoa fornecidas pelo

Programa de Melhoramento da Faculdade Integrado de Campo Mourão.

O estudo foi realizado no laboratório do Campus da Faculdade Integrado de Campo Mourão. Foram utilizadas sementes de cinco linhagens de quinoa identificadas pelos códigos 1, 2, 3, 4 e 5. As sementes foram acondicionadas em caixas gerbox desinfetadas com álcool 70% e hipoclorito de sódio (2%). Colocou-se 50 sementes/caixa contendo papel filtro esterilizado, umedecidos com água destilada esterilizada onde foram mantidas a 20-25°C com fotoperíodo de 12 horas.

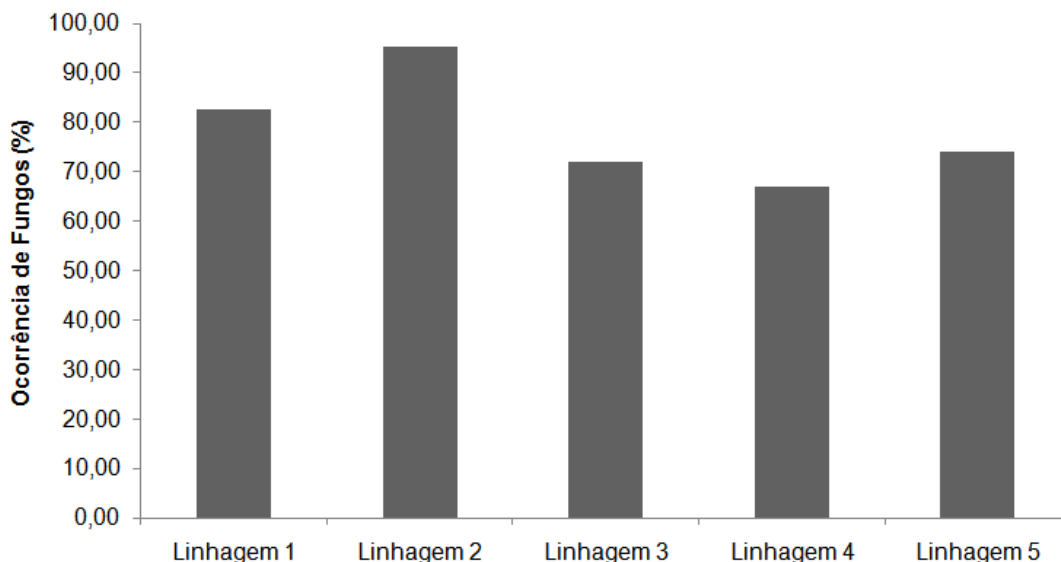
Após sete dias, as sementes foram observadas sob o microscópio estereoscópio para a detecção e contagem de fungos associados às sementes. A identificação dos gêneros dos fungos baseou-se na morfologia a partir do preparo de lâminas e visualização de estruturas fúngicas sob o microscópio ótico (6). A porcentagem da ocorrência (O) e a frequência (Fq) dos gêneros dos fungos associados às sementes de quinoa foram quantificadas por: (i) $O\% = \frac{\text{número de sementes com ocorrência de fungos}}{\text{número total de sementes}} \times 100$; e (ii) $Fq\% = \frac{\text{número de isolados de um gênero}}{\text{número total de fungos isolados}} \times 100$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com três repetições (uma caixa gerbox por repetição) para cada linhagem de quinoa. Os dados de porcentagem de fungos associados às sementes de quinoa foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade. A análise da distribuição dos gêneros dos fungos nos cinco materiais foi feita pelo teste de qui-quadrado com 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram conduzidas no programa "Statistical Analysis System" (SAS) (7).

Houve alta porcentagem de fungos associados às sementes de todas as linhagens de quinoa (Figura 01). Aparentemente os fungos identificados nesse estudo são patogênicos devido à detecção de podridões, falhas de germinação, plântulas defeituosas e sementes escuras. No entanto, não foram quantificados os danos causados por fungos nas sementes. Resultados similares foram obtidos em outro estudo com porcentagens de ocorrência de 37 a 89 % de

fungos em sementes de cultivares argentinas (8).

Figura 01. Fungos associados às sementes das linhagens 1, 2, 3, 4 e 5 de quinoa.

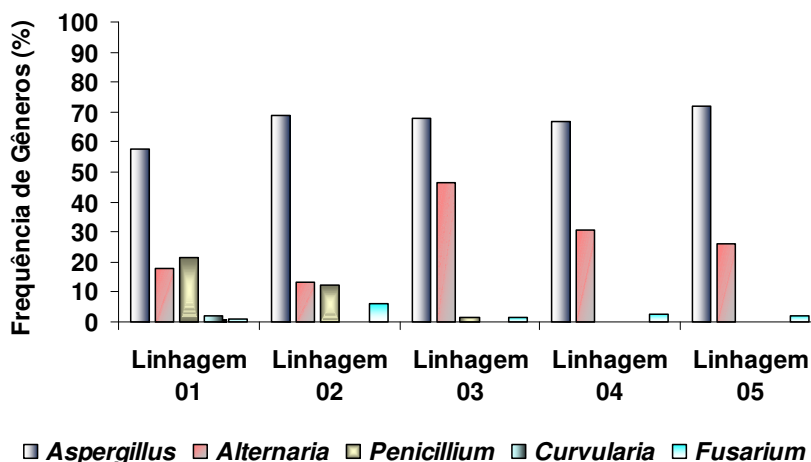


Não houve diferenças no nível de suscetibilidade das linhagens à ocorrência de fungos ($F=3,10$ e $P=0,07$). Há algumas espécies ou cultivares de plantas, como o feijão-caupi, que secretam substâncias antifúngicas durante a germinação de sementes (9). No entanto, não há evidências de que as sementes dessas linhagens de quinoa produzam compostos que inibem o desenvolvimento de fungos.

Apesar da ocorrência elevada de fungos nas sementes de quinoa, a distribuição de gêneros não foi homogênea nas linhagens 1 ($\chi^2=43,0$ e $P<0,0001$), 2 ($\chi^2=35,49$ e $P<0,0001$), 3 ($\chi^2=51,09$ e $P<0,0001$), 4 ($\chi^2=25,55$

e $P<0,0001$) e 5 ($\chi^2=23,69$ e $P<0,0001$). O gênero *Aspergillus* foi detectado com maior frequência nas cinco linhagens de quinoa (Figura 02). Com menor frequência, detectou-se o gênero *Alternaria* e *Fusarium* em todas as linhagens. O gênero *Curvularia* foi identificado apenas na linhagem 1 e *Penicillium* detectado nas linhagens 1, 2 e 3 (Figura 02). Em trabalhos realizados com cultivares argentinas e bolivianas, constataram-se alta incidência de *Aspergillus* (66-91%) e *Penicillium* (55-62%) e baixa incidência do gênero *Alternaria* e *Fusarium* (8). Em outro estudo, detectou-se a ocorrência do gênero *Curvularia* em sementes de quinoa (2).

Figura 02. Gêneros de fungos associados às sementes das linhagens 1, 2, 3, 4 e 5 de quinoa.



A diferença na frequência de gêneros detectados nas sementes de quinoa pode estar relacionada com a densidade populacional e a habilidade dos fungos competirem por espaço e nutrientes. Os fatores que estão associados com essa competição entre as espécies de fungos são complexos (10). Normalmente os fatores ambientais e os aspectos fisiológicos das espécies ou isolados de fungos influenciam a sua competição por espaço e nutrientes (10). As espécies do gênero *Aspergillus* estão adaptadas a amplas faixas de temperatura e alta umidade (11) e alguns isolados podem produzir compostos antimicrobianos que inibem o desenvolvimento de outros fungos (12). Além disso, a liberação de nutrientes e outros compostos pelas sementes, principalmente aquelas que possuem ferimentos, favorecem o desenvolvimento desse gênero (10). Neste estudo, como o experimento foi conduzido em câmara úmida e algumas sementes de quinoa possuíam lesões, o desenvolvimento do gênero *Aspergillus* foi favorecido.

Não houve evidência da associação de gêneros de fungos em linhagens de quinoa ($\chi^2=25,77$ e $P=0,07$). Neste ensaio, os gêneros *Aspergillus* e *Alternaria* foram detectados com a frequência similar em todas as linhagens de quinoa. Aparentemente, as sementes das linhagens 1, 2, 3, 4 e 5 não possuem mecanismos estruturais ou produzem compostos que inibem ou favorecem o desenvolvimento desses fungos detectados nas sementes. Apesar de *Curvularia* e *Penicillium* serem detectados em algumas linhagens, a frequência desses gêneros foi baixa.

A partir dos resultados obtidos neste estudo e de outros trabalhos conduzidos com linhagens bolivianas e argentinas, é possível concluir que os gêneros *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Curvularia* ocorrem comumente em sementes de quinoa. Esses gêneros podem causar podridões, deformações e alterações da cor da semente causando a redução da germinação ou a produção de plântulas fracas e doentes (13). Além disso, se a colheita for destinada para grãos, a presença desses fungos pode comprometer a sua qualidade tornando-os impróprios para consumo ou beneficiamento. É importante salientar que esses gêneros podem produzir micotoxinas nocivas à saúde humana e animal (14). Contudo, nem todas as espécies pertencentes a esses gêneros produzem micotoxinas (11). Dessa forma, será fundamental que sejam identificadas as

espécies de fungos observadas neste estudo. Além disso, será importante determinar os fatores bióticos e abióticos que estão associados com a produção de micotoxinas.

A importância de identificar as espécies de fungos associadas às sementes possibilita o estabelecimento de medidas de controle como o desenvolvimento de variedades resistentes, a seleção de agentes de biocontrole de fitopatógenos, e o uso de fungicidas ou compostos naturais que inibem o desenvolvimento de fungos. Como foi detectada alta incidência de bactérias associadas a podridões de sementes nesse trabalho (dados não demonstrados), será importante conduzir testes de patogenicidade para identificar as espécies patogênicas às sementes de quinoa.

É importante enfatizar o uso de medidas preventivas durante a colheita para evitar a ocorrência de fungos durante o armazenamento de sementes ou grãos destinados para a alimentação humana e animal (13). A regulação da plataforma da colhedora deve ser adequada, para evitar a quebra excessiva de grãos e danos no tegumento (2). Além disso, o escalonamento de colheita impede que as sementes permaneçam no campo após a maturidade que pode favorecer o estabelecimento e o desenvolvimento de fungos. Durante o armazenamento, o controle de temperatura e umidade é fundamental para manter a qualidade de germinação, vigor e sanidade das sementes (15).

Dessa forma, o uso de sementes sadias e a produção de grãos de alta qualidade serão importantes para a expansão da cultura no município de Campo Mourão e em outras regiões do Paraná. Outros estudos devem ser conduzidos principalmente na seleção de linhagens resistentes a doenças que produzem sementes e grãos de boa sanidade e alta qualidade nutritiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa BRS Peabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 889-893, jun. 2002.
- (2) ROCHA, J. E. S. **Seleção de genótipos de quinoa com características agronômicas e estabilidade de rendimento no Planalto Central**. 2008. 115f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina

Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

(3) FERREIRA, R. S. Teor de proteína bruta e mineral em três cultivares de quinoa. **Faculdade Integrado de Campo Mourão**, Campo Mourão, PR, 13 p. 2008.

(4) SILVÉRIO, L.; BALAN, M. G.; SANTOS, A. D. V.; MAKIYAMA, J. A. S.; SCHEFFER, E.; DALASTRA, C.; SANTOS, A. A.; VASCONCELOS, E. S.; TARTARI, L. D. Avaliação de linhagens de quinoa desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Faculdade Integrado. In: III CONGRESSO CIENTÍFICO DA REGIÃO CENTRO-OCIDENTAL DO PARANÁ, Campo Mourão-PR. **Anais do III Concepar**. Campo Mourão: Faculdade Integrado de Campo Mourão, 2009.

(5) SPEHAR, C. R. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 41-62, jan./abr. 2006.

(6) BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, third Edition, 1972.

(7) **Statistical Analysis System**. Cary, USA: SAS Institute Inc., 1999-2001.

(8) PAPPIER, U.; PINTO V. F.; LARUMBE, G.; VAAMONDE, G. Effect of processing for saponin removal on fungal contamination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). **International Journal of Food Microbiology**, v.125 p.153–157, 2008.

(9) ROSE, T. L.; CONCEIÇÃO, A. S.; XAVIER-FILHO, J.; OKOROKOV, L. A.; FERNANDES, K. V. S.; MARTY, F.; MARTY-MAZARS, D.; CARVALHO, A. O. GOMES, V. M. Defense proteins from *Vigna unguiculata* seed exudates: characterization and inhibitory

activity against *Fusarium oxysporum*. **Plant Soil**, v.286 p.181–191, 2006.

(10) HORN, B. W. Colonization of wounded peanut seeds by soil fungi: selectivity for species from *Aspergillus* section *Flavi*. **Mycologia**, v.97, p.202-217, 2005.

(11) HORN, B. W.; DORNER, J. W. Effect of nontoxigenic *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* on aflatoxin contamination of wounded peanut seeds inoculated with agricultural soil containing natural fungal populations. **Biocontrol Science and Technology**, v.19, p.249-262, 2009.

(12) ANZAI, K.; MAYUZUMI, S.; NAKASHIMA, T.; SATO, H.; INABA, S.; PARK, J. Y.; KUWAHARA, N.; SUZUKI, R.; UTSUMI, N.; YOKOYAMA, F.; OHFUKU, Y.; ANDO, K. Comparison of groupings among members of the genus *Aspergillus* based on phylogeny and production of bioactive compounds. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v.72, p.2199-2202, 2008.

(13) DHINGRA, O. D.; ACUÑA, R. S. **Patologia de semente de soja**. Viçosa: Editora UFV, 1997.

(14) REDDY, K. R. N.; ABBAS, H. K.; ABEL, C. A.; SHIER, W. T.; OLIVEIRA, C. A. F.; RAGHAVENDER, C. R. Mycotoxin contamination of commercially important agricultural commodities. **Toxin Reviews**, v.28, p.154-168, 2009.

(15) BAPTISTA, A. S.; HORII, J.; BAPTISTA, A. S. Fatores Físico-Químicos e Biológicos Ligados à Produção de Micotoxinas. **B. CEPPA**, Curitiba, v 22, n. 1, p. 1-14, jan./jun. 2004.

@

Recebido: 14/12/2009

Aceito: 15/12/2009