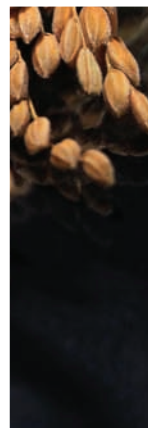


Qualidade Sanitária de Grãos de Arroz Colhidos e Armazenados



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
305**

**Qualidade Sanitária de Grãos de
Arroz Colhidos e Armazenados**

*Maria Laura Turino Mattos
Caroline Jácome Costa
Irineu Lorini
Cley Donizeti Martins Nunes
José Antônio Martinelli*

***Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2018***

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Enio Egon Sosinski

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto da capa
Paulo Lanzetta

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

Q1 Qualidade sanitária de grãos de arroz colhidos e
armazenados / Maria Laura Turino Mattos... [et al.]. -
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.
22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 305)

1. Arroz. 2. Grão. 3. Qualidade. 4. Contaminação.
I. Mattos, Maria Laura Turino. II. Série.

CDD 633.18

Sumário

Introdução.....8

Material e métodos10

Conclusões.....20

Agradecimentos.....21

Referências21

Qualidade Sanitária de Grãos de Arroz Colhidos e Armazenados

Maria Laura Turino Mattos¹

Caroline Jácome Costa²

Irineu Lorini³

Cley Donizeti Martins Nunes⁴

José Antônio Martinelli⁵

Resumo – Examinar os riscos microbianos que afetam a segurança e a qualidade dos grãos de arroz e as práticas referentes ao transporte e armazenamento no silo é uma necessidade na atividade orizícola que busca certificação, selo de conformidade e compromisso com a saúde dos consumidores. Considerando-se que o arroz armazenado pode ser infectado por fungos que produzem toxinas, dependendo da umidade do ambiente do silo, realizou-se este trabalho, que contempla ações de análises micológicas, a partir de amostras de grãos, obtidas em três unidades de armazenamento, localizadas no Rio Grande do Sul, com a finalidade de identificar fungos produtores de micotoxinas. As amostragens foram realizadas em silos metálicos e de concreto, sendo analisadas 35 amostras de períodos diferenciados de armazenamento: três, quatro e nove meses. O isolamento dos fungos usado foi a técnica de plaqueamento de grãos em superfície no meio Ágar Batata Dextrose. Cerca de 100% dos grãos estavam infectados por patógenos. Os gêneros fúngicos identificados nos grãos de arroz foram *Bipolaris* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Epicocum* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Phoma* sp., com predominância de *Bipolaris* sp. e *Fusarium* sp. e, cujas frequência foram, respectivamente, de 14% e 36%. Dois gêneros, *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., possuem espécies

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

produtoras de micotoxinas. Os resultados reforçam a recomendação de que medidas preventivas, como o manejo integrado de doenças e de pragas, devem ser adotadas para minimizar os riscos microbianos.

Termos para indexação: cereal, contaminação, fungos, micotoxinas.

Sanitary Quality of Harvested and Stored Rice Grains

Abstract – Examining the microbial hazards affecting the safety and quality of rice grains and silo transport and storage practices is necessary in rice production seeking certification, seal of compliance and commitment to consumer health. Considering that stored rice can be infected by fungi that produce toxins, depending on the humidity of the environment of the silo, this work was carried out, making mycological analyzes from grain samples, obtained in three storage units, located in Rio Grande do Sul State, in order to identify fungi that produce mycotoxins. Samplings were performed in metal and concrete silos, and 35 samples of different storage periods were analyzed: three, four and nine months. The fungi isolation used was the technique of surface plating on Agar Potato Dextrose medium. About 100% of the grains were infected by pathogens. The fungal genera identified in the rice grains were *Bipolaris* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Epicocum* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. and *Phoma* sp., with the predominance of *Bipolaris* sp. and *Fusarium* sp. and, whose frequency were, respectively, 14% and 36%. Two genera, *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp., have mycotoxin-producing species. Results support the recommendation that preventive measures such as integrated disease and pest management should be adopted to minimize microbial risks.

Index terms: cereal, contamination, fungi, mycotoxins.

Introdução

Examinar os riscos microbianos que afetam a segurança e a qualidade dos grãos de arroz e as práticas de higiene referentes ao transporte e armazenamento no silo é uma necessidade na atividade orizícola que busca a certificação e um selo de conformidade e um compromisso com a saúde dos consumidores.

O arroz armazenado pode ser infectado por fungos que produzem toxinas, dependendo da umidade do ambiente do silo. As toxicoses associadas com arroz estão relacionadas com várias doenças nervosas, circulatórias, degenerativas dos rins, cirrose hepática, hepatoma e beribéri cardíaco. Dentre as toxinas produzidas no arroz, citam-se a citreoviridina, luteoskirina, citrinina, cicloclorotina e islanditoxina. Porém, as toxinas de armazenagem mais estudadas e relatadas em arroz são as dos grupos AFLs (aflatoxinas), seguido da OTA (ocratoxina), sendo que as mais registradas contaminando esse cereal e causando problemas sérios de intoxicação em humanos são as denominadas de toxinas do arroz amarelo (Scussel, 1998; Scussel et al., 2012).

As aflatoxinas são metabólitos extremamente tóxicos, produzidas principalmente por *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius* (Pitt; Hocking, 2009), sendo o análogo B1 considerado o mais tóxico, classificado pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC, 1993) como pertencente à Classe 1, composto carcinogênico ao homem, sendo o fígado o principal órgão atingido após sua ingestão (Katsurayama; Taniwaki, 2017).

Um dos requisitos que deve ser avaliado no momento de classificação do arroz, conforme o Regulamento Técnico do Arroz (Instrução Normativa nº 2, de 6 de fevereiro de 2012, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), é o percentual de grãos mofados, ou seja, contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu. Essas contaminações podem indicar o grau de comprometimento do arroz para o armazenamento e, posteriormente, para o consumo humano ou animal no momento de sua industrialização.

Em investigação de contaminações em silo estacionário com arroz em casca, aumento significativo da presença de fungos foi verificado no intervalo de 60 dias de armazenamento. A maior contaminação ocorreu na porção superior do silo secador, predominando os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*,

mas não foram detectadas micotoxinas nas amostras (Hoeltz, 2009 citado por Nunes; Ferreira, 2013).

Espécies do gênero *Aspergillus* foram avaliadas quanto à capacidade toxigênica, em diferentes subgrupos de arroz (branco polido e parboilizado) de 31 marcas de arroz comumente comercializadas na cidade de Lavras, MG. O estudo detectou a incidência de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* em amostras de arroz branco polido, sendo considerados toxigênicos 50% de cada espécie encontrada. Nas amostras de arroz parboilizado, 67% dos fungos *Aspergillus flavus* eram potenciais produtores de micotoxinas (Guimarães et al., 2010).

Posteriormente, Nunes e Ferreira (2013) estudaram a sanidade do arroz comercializado na cidade de Pelotas, RS. Esses autores detectaram *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em 100% das amostras analisadas, em 15 amostras de arroz do grupo beneficiado de 13 marcas, subgrupos: polidos (dois da classe grão curto e o restante longo fino) e dois parboilizados (longo fino),.

Essas contaminações de grãos por fungos podem ocorrer no campo, na fase de produção, ou após a colheita, no armazenamento, no transporte e na industrialização, e inclusive na armazenagem do produto já industrializado (Oliveira et al., 2010). Há uma diversidade de fungos de campo, sendo os mais representativos os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium*, que invadem as sementes e grãos antes da colheita. Por outro lado, os fungos de armazenagem compreendem cerca de 10 a 15 grupos de espécies de *Aspergillus* e várias espécies de *Penicillium* (Scussel et al., 2012).

O risco à saúde pela presença desses fungos nos grãos de arroz é que muitos podem ser toxigênicos, ou seja, produzirem micotoxinas. Três gêneros fúngicos se destacam por possuírem espécies toxigênicas: *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*, sendo produtores de substâncias de grande impacto para a saúde humana e de animais, como as aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂, ocratoxinas, tricotecenos, zearalenona, fumonisinas, patulina, ácido tenuazônico e outras (Furlong, 2012). Uma das preocupações quanto às aflatoxinas no arroz dá-se pela presença delas também nos subprodutos, como farelo, farinha e seus derivados (Katsurayama; Taniwaki, 2017).

No monitoramento das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, em 14 amostras de grãos de arroz produzidos em áreas piloto da produção integrada de arroz irrigado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, Mattos et al. (2009) verificaram ausência dessas micotoxinas. Por outro lado, Souza et al. (2008) realizaram avaliação quantitativa de micotoxinas em 63 amostras de grãos de arroz armazenados em silo, por meio de método multirresíduo, para a verificação da ocorrência de 12 toxinas [aflatoxinas (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2); fumonisinas (FB1 e FB2); ocratoxina A (OTA); esterigmatocistina (STC); zearaleno (ZON); deoxinivalenol (DON); T-2 e HT-2]. Esses autores verificaram que 49% das amostras estavam contaminadas com, no mínimo, uma micotoxina; somente uma amostra estava contaminada com ZON acima do limite máximo tolerado no Brasil para arroz não beneficiado ($400 \mu\text{g kg}^{-1}$); uma amostra estava contaminada com cinco micotoxinas (AFB2, AFG2, DON, HT-2, STC), e duas contaminadas com dois analitos. Nesse estudo, micotoxinas produzidas por espécies de *Fusarium* (ZON, DON, T-2 e HT-2) representaram o maior grau de contaminação dos grãos de arroz.

Nesse contexto, este trabalho contemplou ações de análises micológicas, a partir de amostras de grãos de arroz, obtidas em três unidades de armazenamento, localizadas no Rio Grande do Sul, com a finalidade de identificar fungos produtores de micotoxinas.

Material e métodos

Amostragem

A amostragem foi realizada conforme o protocolo elaborado de acordo com as recomendações da norma ISO 24333:2009, *Cereals and cereal products – sampling*, e do Regulamento nº 401/2006, “Métodos de amostragem e de análise para o controle oficial dos teores de micotoxinas nos gêneros alimentícios da União Europeia”.

Foram analisadas 35 amostras armazenadas por períodos diferenciados: três, quatro e nove meses (Tabela 1). A coleta dos grãos foi realizada conforme a Instrução Normativa nº 2 do Mapa. As amostras coletadas foram transportadas imediatamente após as coletas, acondicionadas em sacos de papel pardo para evitar a transpiração e, desse modo, eliminar problemas

de contaminação cruzada por fungos e produção de micotoxinas durante o envio ao laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

As coletas das amostras foram realizadas com o uso de calador manual de 200 g, em diferentes pontos de cada silo, totalizando 33 subamostras, no período de dois anos, como a seguir:

(1) maio de 2015, três meses de armazenamento, quando foram coletadas 21 amostras de grãos de arroz com casca em dois silos metálicos cilíndricos de uma Unidade de Armazenamento (UA1), localizada no município de Rio Grande, RS, conforme a seguir:

- Silo A – grãos com 12,5% de umidade, 9 amostras compostas no terço superior e 3 no funil do silo
- Silo B – grãos com 16% de umidade, 9 amostras compostas no terço superior do silo

(2) junho e dezembro de 2016, respectivamente quatro e nove meses de armazenamento, quando foram coletadas, 14 amostras (7 em cada época) compostas de grãos de arroz com casca em silo de concreto de uma Unidade de Armazenamento (UA2), localizada no município de Pantano Grande, RS, conforme a seguir:

- Terço superior: três amostras compostas (borda, meio e centro da superfície do silo);
- Terço médio: três amostras compostas (borda, meio e centro fundo)
- Terço inferior: uma amostra composta da saída do silo

Os grãos, com massa amostral de 3,0 kg, foram acondicionados em sacos de papel pardo e armazenados em temperatura ambiente (+20 °C), até o momento das análises.

A composição da flora micotoxigênica (produtora de micotoxinas) de cada amostra foi avaliada (isolamento, identificação e avaliação do potencial micotoxigênico) pelo método do plaqueamento direto, conforme protocolo adaptado por Pitt e Hocking (2009).

Tabela 1. Número de amostras coletadas em cada unidade de armazenamento. Empresa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Unidade de armazenamento	Número de amostras			
	Silo A	Silo B	Silo Concreto	
	2015		2016	
	Maio		Junho	Dezembro
UA1	12	9		
UA2			7	7

Desinfecção dos grãos

Nessa etapa, foi utilizado desinfectante com o ingrediente ativo cloro na concentração de 4-5%. Posteriormente, em um *becker*, diluiu-se a solução de cloro (1:10) com água, resultando em uma solução $\pm 0,4\%$. Imergiram-se 50 grãos/amostra nessa solução por 2 minutos, cobrindo-se o *becker* com um vidro relógio. Após, o frasco foi agitado, o cloro foi drenado e os grãos lavados com água destilada estéril, durante 1 minuto, cobrindo-se o *becker* com um vidro relógio e, então, retirou-se a água.

Isolamento dos fungos

O isolamento foi realizado pela técnica de plaqueamento em superfície, no meio de cultura Ágar Batata Dextrose (ABD) com adição de estreptomicina. Os grãos, 20 unidades/placa, foram distribuídos em placas de Petri, de 15 cm de diâmetro, e incubados a 25 °C por 5 dias, conforme Figura 1. Após o crescimento dos fungos em cada grão (Figura 2), realizou-se a repicagem e purificação em meio ABD com adição de estreptomicina.



Foto: Liane Aldrighi Galarz

Figura 1. Plaqueamento dos grãos de arroz em meio de cultura Ágar Batata Dextrose. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.



Foto: Liane Aldrighi Galarz

Figura 2. Grãos com crescimento fúngico (25 °C por 5 dias) em meio de cultura Ágar Batata Dextrose. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Preservação dos fungos

Os fungos filamentosos foram depositados na Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado (CMMCT), visando a continuidade das pesquisas, com o intuito de identificação de grupos produtores de micotoxinas. Receberam códigos CMM conforme registro na CMMCT. Dois métodos foram utilizados para a preservação dos fungos: (1) *Castellani*, em que colônias puras dos fungos foram colocadas em frascos *Eppendorf* contendo água destilada estéril, sendo posteriormente armazenados em temperatura ambiente (20 °C); (2) solo, em que solo estéril colocado em tubos de ensaio foi infestado com fungo, sendo posteriormente armazenados em *freezer* (-18 °C).

Identificação dos fungos

Os fungos filamentosos foram identificados a partir de características macro e micromorfológicas em nível de gênero, nos laboratórios de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado e laboratório de Doenças de Cereais da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A indicação do potencial toxigênico foi especificada conforme Scussel (1998) e Scussel et al. (2012).

Métodos estatísticos e análise dos dados

O uso de métodos estatísticos como média e frequência foi aplicado no estudo. Para a análise dos resultados, considerou-se a porcentagem média de fungos presentes nos grãos de arroz, para cada silo investigado.

Resultados e discussão

Os fungos isolados de grãos de arroz armazenados por três meses na UA1 e por quatro e nove meses na UA2 estão apresentados na Tabela 2. Foram analisadas 35 amostras, sendo que 100% dos grãos estavam infectados por fungos (Tabela 3). Na Figura 3, são apresentadas características macroscópicas de algumas colônias fúngicas isoladas nos silos.

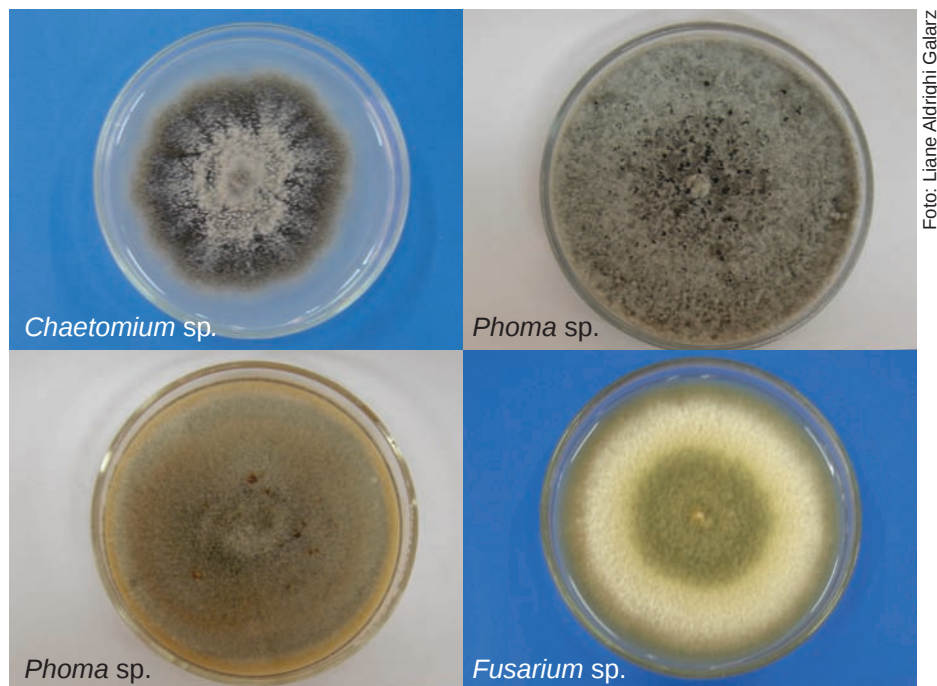


Figura 3. Fungos filamentosos isolados dos grãos de arroz. Características morfológicas de coloração, borda, forma e superfície. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Tabela 2. Número total de fungos isolados de grãos de arroz em cada unidade de armazenamento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Unidade de armazenamento	Número de amostras			
	Silo A	Silo B	Silo Concreto	
	2015		2016	
	Maio		Junho	Dezembro
UA1	8	7		
UA2			12	16

Tabela 3. Valores de grãos infectados por fungos, em cada unidade de armazenamento, em função do tempo de armazenamento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2018.

Local de coleta	Amostra	Tempo de armazenamento (dias)	Porcentagem de grãos infectados (%)
UA1 Silo A	1	90	100
	2	90	100
	3	90	100
	4	90	100
	5	90	95
	6	90	100
	7	90	100
	8	90	95
	9	90	100
	10	90	100
	11	90	100
	12	90	100
UA1 Silo B	1	90	100
	2	90	100
	3	90	100
	4	90	100
	5	90	100
	6	90	100
	7	90	100
	8	90	100
	9	90	100
UA2 1ª Coleta	1	120	100
	2	120	100
	3	120	100
	4	120	100
	5	120	100
	6	120	80
	7	120	80
UA2 2ª Coleta	1	270	100
	2	270	100
	3	270	100
	4	270	100
	5	270	100
	6	270	100
	7	270	100

Os resultados apresentados são referentes ao isolamento de 8 acessos (Silo A), 7 acessos (Silo B) da UA1 e 28 acessos (Silo Concreto) da UA2, com diferentes características macroscópicas. Posteriormente, examinou-se em microscópio ótico, para diferenciação de grupos distintos de fungos. Desses, 13 colônias foram selecionadas para identificação na UA1 e 25 na UA2. Cabe

destacar que, nas Tabelas 4 e 5, são apresentados os fungos associados às amostras de grãos das unidades armazenadoras, com os respectivos códigos CMM.

Tabela 4. Identificação dos fungos isolados de amostras de grãos de arroz da UA1. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Acessos	Identificação
CMM 751	<i>Colletotrichum</i> sp.
CMM 752	NI
CMM 753	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 754	NI
CMM 755	NI
CMM 756	<i>Curvularia</i> sp.
CMM 757	NI
CMM 758	<i>Nigrospora</i> sp.
CMM 759	<i>Penicillium</i> sp.
CMM 760	NI
CMM 761	<i>Penicillium</i> sp.
CMM 763	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 764	<i>Nigrospora</i> sp.

Tabela 5. Identificação dos fungos isolados de amostras de grãos de arroz da UA2. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Acessos	Identificação
CMM 974	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 975	<i>Phoma</i> sp.
CMM 976	<i>Bipolaris</i> sp.
CMM 977	NI
CMM 978	<i>Phoma</i> sp.
CMM 980	NI
CMM 981	NI
CMM 983	NI
CMM 984	NI
CMM 985	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 1110	NI
CMM 1111	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 1112	<i>Epicocum</i> sp.

continua...

... continuação Tabela 5

Acessos	Identificação
CMM 1113	NI
CMM 1114	NI
CMM 1116	<i>Curvularia</i> sp.
CMM 1117	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 1118	NI
CMM 1119	<i>Bipolaris</i> sp.
CMM 1120	NI
CMM 1121	NI
CMM 1122	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 1123	<i>Bipolaris</i> sp.
CMM 1124	<i>Fusarium</i> sp.
CMM 1125	

NI = não identificado

Na análise da micobiota da UA1, realizadas em duas alturas do silo, verificou-se a incidência de gêneros de fungos que possuem espécies produtoras de micotoxinas: *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., e os gêneros *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp. e *Nigrospora* sp., potencialmente patogênicos para plantas de arroz (Tabela 3). De acordo com Nunes (2014), as manchas-de-glumas, doença do arroz, estão associadas aos agentes etiológicos *Curvularia lunata*, *Fusarium* sp. e *Nigrospora* spp., que também causam sintomas como manchas nos grãos (Nunes et al., 2004). Quanto ao gênero *Colletotrichum* sp., pode ser advindo de hospedeiro alternativo, como planta invasora de lavoura de arroz (angiguiño – *Aeschynomene* sp.) que provocou a infecção das sementes de arroz.

Na UA2, o isolamento de fungos no terço superior do silo, houve maior ocorrência de *Fusarium* sp., com incidência de 24% nos grãos analisados (Tabela 4). Esse gênero é patógeno causador das manchas das glumas e grãos (Nunes et al., 2004), invadindo as sementes e grãos antes da colheita (Scussel et al., 2012). Além disso, espécies de *Fusarium* são amplamente distribuídas em solos, particularmente em solos cultivados (Pitt; Hocking, 2009).

Os gêneros *Phoma* sp., *Epicocum* spp. e *Curvularia lunata* também estão associados às manchas-de-glumas, e *Bipolaris* sp. à mancha parda, sendo também aceito como patógeno *Bipolaris oryzae* [*Cochliobolus miyabeanus*

(forma sexual)] (Nunes, 2014). Os patógenos *Bipolaris oryzae*, *Phoma sorghina*, *Curvularia* spp., *Epicocum* sp. e *Chaetomium* sp. aparecem desde o início da emissão das panículas até o seu amadurecimento (Silva-Lobo; Filippi, 2017). Em sementes de arroz provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso conduzidos em Goiás, Mato Grosso e Rondônia, foi encontrado *Chaetomium* sp., fungo saprófita que faz parte do complexo de patógenos causadores da mancha-de-grãos (Silva-Lobo et al., 2006).

Os resultados deste trabalho estão de acordo com Hoeltz et al. (2009) que, na avaliação da micobiota e micotoxinas em amostras de arroz com casca coletadas durante o processo de sistema estacionário de secagem e armazenamento, encontraram os gêneros fúngicos *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Phoma*, *Trichoderma* e *Rhizopus*.

Na Figura 4, apresentam-se as porcentagens encontradas para cada tipo de fungo isolado e identificado nas amostras de grãos armazenados. A maior frequência da microbiota fúngica é de origem de campo, também constatado por Nunes e Ferreira (2013).

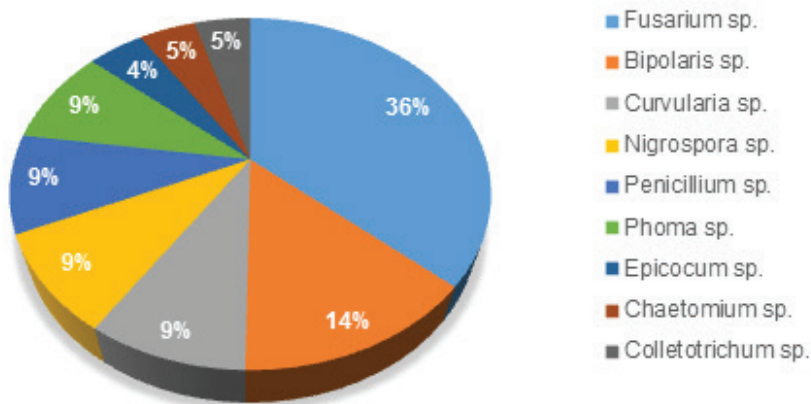


Figura 4. Frequência, em porcentagem, dos fungos identificados nas amostras de grãos de arroz armazenados em silos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2018.

Quanto à qualidade sanitária desses grãos examinados, constatou-se que o gênero *Fusarium* sp., fungo fitopatogênico, de campo, foi o mais presente no arroz, com uma frequência de 36,0%. Dessa forma, quando as condições ambientais são favoráveis, plantas de arroz podem ser infectadas por esse patógeno em qualquer estágio fenológico da fase reprodutiva, causan-

do doenças que reduzem a produtividade e afetam a qualidade dos grãos (Prabhu et al., 2006). Além de invadirem as plantas no campo, espécies do gênero *Fusarium* sp. também podem ser encontradas no armazenamento e produzirem fumonisinas (Scussel et al., 2012).

Esses resultados demonstram a importância de se realizar o manejo integrado de doenças do arroz, como o emprego de cultivares resistentes, associado a práticas fitossanitárias eficazes para o controle de patógenos, visando a prevenção da infecção das plantas no campo e, por consequência, da presença de fungos produtores de micotoxinas no armazenamento. Também é fundamental o manejo integrado de pragas para redução dos insetos-praga (Lorini, 2010), que são um dos principais agentes disseminadores de fungos nos grãos armazenados. A infestação de insetos, no armazenamento, advindos do campo ou não, provoca danos ao tegumento dos grãos, produz gás carbônico (CO₂) e água (H₂O), contribuindo para o aumento do grau de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, consequentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos (Santos, 2018).

A avaliação do potencial toxigênico dos gêneros *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. deverá ser investigada em trabalhos futuros. Salienta-se a necessidade de adoção do Manejo Integrado de Doenças (MID) e do Manejo Integrado de Pragas para redução de risco de contaminação de grãos por espécies fúngicas toxigênicas.

Conclusões

Gêneros produtores de micotoxinas, *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., são encontrados em grãos de arroz armazenados em silos, a partir de três meses de armazenamento.

Há predominância de fungos de campo, não toxigênicos, em grãos de arroz, durante o período de armazenamento até nove meses.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos funcionários Claudinei Bonemann Rosso, Lester Amorim Pinheiro e Liane Aldrighi Galarz, da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na realização deste trabalho.

Referências

- FURLONG, E. B. Métodos analíticos aplicados à caracterização nutricional, funcional e de contaminantes em arroz e seus derivados. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. (Ed.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: UFPEL, 2012. 626 p. Contém Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Qualidade de Arroz, Capão do Leão, dez. 2012.
- GUIMARÃES, I. C. de O.; PEREIRA, J.; CORNELIO, V. M. de O.; BATISTA, L. R.; EVANGELISTA, R. M.; FERREIRA, E. B. Comparação de metodologias para detecção de fungos em arroz irradiado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 194-200, 2010.
- HOELTZ, M.; FAGUNDES, C. A.; ALCAYAGA, E. A. L.; NOLL, I. B. Micobiota e micotoxinas em amostras de arroz coletadas durante o sistema estacionário de secagem e armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 803-808, maio-jun. 2009.
- IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER). **Some naturally occurring 12 substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins**. Lyon: IARC Press, 1993. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 56).
- KATSURAYAMA, A. M.; TANIWAKI, M. H. Fungos e aflatoxinas no arroz: ocorrência e significado na saúde do consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2017006, 2017. 13 p.
- LORINI, I. Principais pragas de produtos armazenados e o manejo integrado. In: In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; SCHIAVON, R. de A. (Coord.). **Qualidade de arroz na pós-colheita: ciência, tecnologia e normas**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2010.
- MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; NUNES, C. D. M.; AFONSO, A. P. S. **Monitoramento de agrotóxicos e micotoxinas em grãos de arroz produzidos em áreas piloto da produção integrada de arroz irrigado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 218).
- NUNES, C. D. M. **Doenças em arroz irrigado: processo da produção integrada**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 39 p.
- NUNES, C. D. M.; FERREIRA, E. **Sanidade do Arroz Comercializado em Pelotas, RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 147).
- NUNES, C. D. M.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. S. Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.

- OLIVEIRA, M. de; SCHIAVON, R. de A.; MORÁS, A.; ELIAS, M. C. Microrganismos e micotoxinas. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; SCHIAVON, R. de A. (Coord.). **Qualidade de arroz na pós-colheita**: ciência, tecnologia e normas. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2010.
- PRABHU, A. S.; FILLIPI, M. C. C.; RIBEIRO, A. S. Doenças e seu controle. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 2006. p. 561-590.
- PITT, J. I.; HOCKING, A. D. Fungi and food spoilage. 3rd ed Heidelberg: Springer, 2009. 519 p.
- SILVA-LOBO, V. L da; FILIPPI, M. C. C. de. **Manual de identificação de doenças da cultura do arroz**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 45 p.
- SILVA LOBO, V. L. da; FILIPPI, M. C. de; UTUMI, M. M.; MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M.; BRITOS, A. M. de **Perfil sanitário e fisiológico de sementes de arroz provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso, em três locais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 129).
- SANTOS, J. P. **Pragas de grãos armazenados**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_38_168200511158.html>. Acesso em: 25 set. 2018.
- SCUSSEL, V. M.; SAVI, G.; RODRIGUES, M. B. Micotoxinas em arroz e seus produtos. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. (Ed.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: UFPEL, 2012. 626 p. Contém Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Qualidade de Arroz, Capão do Leão, dez. 2012.
- SCUSSEL, V. M. **Micotoxinas em alimentos**. Florianópolis: Insular, 1998. 144 p.

