

EFEITOS DA RADIAÇÃO (UV-C) NA FORMAÇÃO DE MICOTOXINAS E NA QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO

GABRIELA ROSA DA ROSA¹; NEWITON DA SILVA TIMM²; JAMES ROSCHILDT BUNDE³; CLAUDIA MEDEIROS CAMARGO⁴; CRISTIANO DIETRICH FERREIRA⁵; MAURICIO DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – gabrieladarosa09@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – newiton.silva.timm@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – jamesroschiltd96@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – claudia.m.camargo@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – cristiano.d.f@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de importância no Brasil e América Latina, e é utilizado tanto na produção de farinhas e extração de amido na alimentação humana, como na produção de rações na alimentação animal (70%). O grau de umidade adequado para colheita de milho é de aproximadamente 25%, no entanto para um armazenamento adequado é recomendado que os grãos de milho sejam secos até uma umidade de 13%. Nesta umidade as características físico-químicas, nutritivas, qualidade de moagem e sanidade biológica dos grãos são mantidas durante o período de armazenamento (PARAGINSKI, 2013). Durante esta etapa vários fatores influenciam na qualidade dos grãos, sendo estes a temperatura, a umidade dos grãos e do ar, o teor de grãos quebrados, a presença de microrganismos, insetos, ácaros e o tempo de armazenamento. A temperatura é a que mais influencia na qualidade dos grãos, pois acelera as reações bioquímicas e metabólicas dos grãos (AGUIAR et al., 2012).

O armazenamento inadequado favorece a contaminação fúngica em grãos, podendo ocorrer o desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas, que tornam estes inadequados para a alimentação humana e animal. A presença de aflatoxinas pode resultar em aflatoxicose, que por sua vez, resulta em doenças agudas (tumores, infecções gastrointestinais) e, até mesmo a morte (ZAIN, 2011). A radiação UV-C tem surgido como alternativa limpa e viável para o controle de fungos. Age nas funções celulares através de danos ao DNA e à membrana celular, promovendo a oxidação de moléculas biológicas, lipídios da membrana, proteína, aminoácidos e ácidos nucleicos (AHMED, 2006). Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar o efeito da radiação UV-C sobre o controle de micotoxinas e na qualidade de grãos de milho armazenados durante 9 meses.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados grãos de milho produzidos na região sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, colhidos mecanicamente com teor de água próximo a 23%, e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (DCTA-FAEM-UFPEL) onde foi conduzido o experimento. A secagem foi realizada em um secador estacionário (Protótipo Labgrãos/Vitória Máquinas) até a obtenção dos teores de água de 13% e 16%, com temperatura do ar de secagem de 35 °C. Foi realizado expurgo com fosfato de alumínio a fim de evitar a interferência de insetos no experimento.

Amostras de 1 kg de grãos de milho foram inoculadas com 5 grãos contaminados com cepa de *Aspergillus flavus* e 5 grãos com cepa de *Fusarium sp.* obtidas do Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC/UFSM), e homogêneos. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno de baixa densidade com 15 μm (micras) de espessura de filme plástico, vedados com máquina Webomatic® e colocadas ao abrigo da luz, em temperatura de 25 °C, umidade de 13% e 16% e umidade relativa do ar de 80%, durante 7 dias.

Após esse período, os grãos foram submetidos ao tratamento com radiação UV-C, sendo a fonte de radiação composta de quatro lâmpadas germicidas (Phillips® 30W), com comprimento de onda de 254 nm. A intensidade da radiação emitida foi determinada com medidor de luz ultravioleta digital (RS-232 Modelo MRUR-203, Instrutherm®). Uma parte da amostra foi exposta à radiação com variação de distância da extremidade distal, para obtenção de doses de 4 e 8 kJ. m⁻² durante 15 minutos. Para o controle foram utilizadas amostras sem a inoculação e sem irradiação e amostras com inoculação e sem irradiação. Após o processo de irradiação os grãos foram armazenados à 25°C/80% umidade relativa, durante 9 meses. Durante o armazenamento, a cada 15 dias os grãos foram submetidos a redução de 10 °C durante 24 horas a fim de oferecer condições para a formação de micotoxinas pelos fungos. Para realização das análises os grãos foram moídos em moinho Perten 3110 (Perten Knife Grinder, model Laboratory Mill 3100, Huddinge, Sweden) até partículas de tamanho 70 mesh (0,211 mm).

O índice de acidez dos lipídios foi realizado segundo AACC method 02-01A (AACC, 2000).

A solubilidade de proteínas em água foi determinada de acordo com o método descrito por LIU; MCWATTERS; PHILLIPS (1992), com modificações.

O teor de compostos fenólicos livres foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme citado por ZIELINSKI; KOZLOWSKA (2000). As micotoxinas foram determinadas em Cromatografia Líquida de Alta eficiência (CLAE) acoplado a espectrometria de massas (ES).

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e o efeito dos tratamentos ao longo do armazenamento avaliados pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$) com o programa SAS (SAS, INSTITUTE, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados valores de acidez lipídica variando de 5,73 mg de NaOH.g⁻¹ de óleo (Controle - sem inoculação) a 32,15 mg de NaOH.g⁻¹ de óleo (0 KJ.m⁻²/ 16% de umidade) respectivamente, no início e ao final do armazenamento. Mínimas alterações foram observadas com a aplicação de radiação UV-C no início do armazenamento, sendo os maiores efeitos observados após o armazenamento por 9 meses em grãos com 16% de umidade.

Foram observados valores de solubilidade proteica variando de 44,89% (8 kJ.m⁻² / 13% de umidade) a 26,11% (controle - sem fungos), respectivamente no início e ao final do armazenamento.

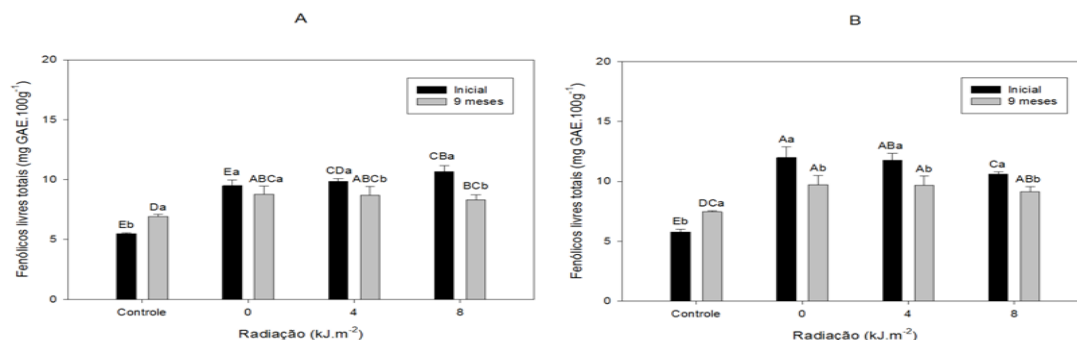


Figura 1. Teor de compostos fenólicos livres totais de grãos de milho tratados com radiação UV-C armazenados em sistema semi-hermético, com 13% (A) e 16% de umidade (B), durante nove meses.

Os grãos apresentaram no início do armazenamento aproximadamente 5 mg. 100⁻¹ de compostos fenólicos. A aplicação de radiação UV-C apresentou mínimas alterações no início do armazenamento, sem influência da umidade (13 ou 16%). Após o armazenamento foram observadas reduções nos compostos fenólicos nos tratamentos 0, 4 e 8 KJ.m⁻², em ambas as umidades.

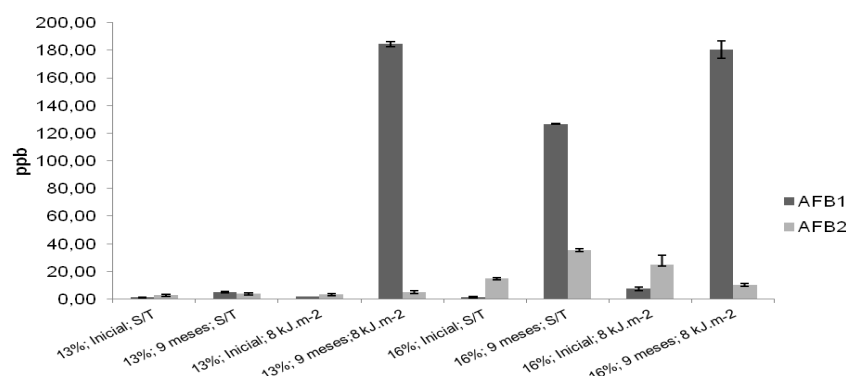


Figura 2. Teores de aflatoxinas B1 e B2 (ppb) de grãos de milho tratados com radiação UV-C armazenados em sistema semi-hermético, em duas faixas de umidade, durante nove meses

Mínimas concentrações de AFLA B1 e B2 foram observadas nos grãos de milho no início do armazenamento, sendo observados aumentos principalmente na AFLA B1 a final do armazenamento. O principal metabólito sintetizado pelos da espécie *Aspergillus flavus* é a AFLA B1, sendo essa a toxica mais potente entre as micotoxinas. Os fungos *A.flavus* se desenvolvem bem em substratos oleaginosos, aumentando o nível de produção de aflatoxinas. Também são encontradas em substratos ricos em amido, como o milho. Para milho (grão, farinha, sêmola) e outros produtos destinados ao consumo humano (BRASIL, 2011), os limites máximos permitidos para AFLs totais (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2) e fumonisinas são de 20 e 5.000 µg.kg⁻¹, respectivamente (com exceção do trigo).

Os maiores valores de AFLA B1 foram observados na dose de 8 KJ.m⁻², em ambas as umidades de armazenamento. Em todas as doses de radiação UV-C foram observados valores abaixo dos estabelecidos. No entanto, não foram observados efeitos da aplicação de radiação UV-C nos tratamentos realizados. Pode-se explicar pela dosagem de UV-C ter ficado abaixo da necessária para o

controle de fungos de armazenamento, possibilitando o desenvolvimento de micotoxinas.

4. CONCLUSÕES

O armazenamento aumenta o teor de acidez lipídica e reduz a solubilidade proteica, principalmente em grãos armazenados com grau de umidade de 16%. A inoculação com fungos promove o aumento dos compostos fenólicos no início do armazenamento, mas a longo prazo ocorre a redução destes metabólitos. Os maiores teores de AFB₁ na dose de 8 KJ.m⁻² ao final do armazenamento, comprovam que as doses utilizadas estão abaixo da necessária para o controle dos fungos e a redução das AFB₁. O uso da radiação UV-C reduz a formação de AFB₂ no armazenamento de grãos de milho com 16% de umidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. 2000. Fat acidity and general method. In **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists'**, Method 02-01A. Saint Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists.
- AGUIAR, R. W. S.; BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. N. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 554-560, 2012.
- AHMED, R. G. Damage pattern as a function of various types of radiation. **International Journal of Zoology Research**, v. 2, p 150-168, 2006.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Análise de resíduos e contaminantes em alimentos** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 32 p, 2011.
- LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Proteins insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, p. 2483, 1992.
- PARAGINSKI, R. T. **Efeitos da temperatura de armazenamento de grãos de milho nos parâmetros de qualidade tecnológica, metabólitos e propriedades do amido**. 2013. 109f. Dissertação de mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia Elizeu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.
- ZAIN, M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 15, p. 129–144. 2011.
- ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H.; Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.6, p. 2008-2016, 2000.