

Gestão da Sanidade e Qualidade Tecnológica do Trigo em Pré e Pós-Colheita: Estudo em Sistema Integrado de Produção e Armazenagem

02

Carolina Maria Gil Bernardi¹, Maria Victória Eiras Grossmann²; Irineu Lorini³

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de desenvolver um programa integrado de gestão, para preservação da identidade/ qualidade tecnológica e garantir a inocuidade do trigo, da produção até a armazenagem. Foram analisados contaminantes (pragas e micotoxinas) em grãos coletados periodicamente, na recepção e durante a estocagem. Para verificação da qualidade tecnológica realizaram-se análises reológicas dos grãos e farinha. Foi detectado um Ponto Crítico de Controle (PCC), na etapa de recepção dos grãos, referente ao perigo de micotoxinas e também da qualidade tecnológica. Os resultados das análises realizadas foram um indicativo de que o sistema, APPCC e segregação de grãos com suspeita de dano tecnológico causado pela chuva, foi adequado para garantir a inocuidade e preservar a identidade do trigo produzido.

Palavras-chave: APPCC, *Triticum aestivum*, armazenagem, micotoxinas.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi obtido da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade

¹J. Macêdo S/A. Avenida Tiradentes, 3200, CEP 86072-360, Londrina, PR. E-mail: carolinabernardi@jmacedo.com.br.

²Universidade Estadual de Londrina. Av. Madre Leonia Milito, 615, E-mail: victoria@uel.br

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja), Rodovia Carlos Strass s/n, CP 231, CEP 86001-970, Londrina, PR. E-mail: irineu.lorini@embrapa.br

Estadual de Londrina. O conceito de segurança de alimentos está sendo avaliado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial de Saúde (OMS), levando-se em conta, também, os aspectos de composição do alimento: nutrientes, bioativos, não-nutrientes, anti-nutrientes, tóxicos, contaminantes e outros elementos potencialmente úteis e/ou perigosos, e não apenas os fatores de risco (BURLINGAME; PINEIRO, 2007).

O APPCC é um sistema qualitativo que viabiliza a segurança dos alimentos através da análise e do controle de perigos (físicos, químicos e/ou biológicos) em cada passo da produção do alimento, é sustentado por programas pré-requisitos, tais como Boas Práticas Agrícolas (BPA) ou Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Manejo Integrado de Pragas (MIP). Sua aplicação consiste em uma sequência de etapas, também chamadas de princípios, que auxiliam a identificar os pontos críticos do processo que merecem atenção especial, bem como antecipar as soluções aos possíveis problemas que podem surgir (MORTIMORE; WALLACE, 2001).

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido em uma Unidade Armazenadora de Grãos localizada na região de Assaí, PR, durante a safra 2005, onde foi implantado o sistema APPCC. A pesquisa foi dividida em 03 fases: a) produção; b) transporte até o armazém; c) armazenagem; e em cada fase foram coletadas amostras para análise e validação do APPCC.

Amostragens:

Antes da secagem: Coletaram-se amostras de todas as cargas, para determinação da microbiota fúngica, pelo método de Blotter test estabelecido em Brasil (1992); e características físicas, conforme a Instrução Normativa n. 07, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001).

Após a secagem: Durante o fluxo de descarga dos secadores, coletou-se sub-amostras de 100g a cada 10 minutos e, após esgotar a capacidade do silo ou armazém graneleiro, as sub-amostras foram agrupadas e homogeneizadas em homogeneizador tipo Gamet. Essas amostras representaram o Lote analisado. Em cada amostra foi realizada a determinação da qualidade tecnológica do trigo (alveografia, farinografia, Falling Number(FN), glúten, cor) pelos métodos 56-81B; 54-30A, 54-21; 38-10 e 38-12 e 14-22, respectivamente (AACC,1995); das características físicas; microbiota fúngica; presença de desoxinivalenol (DON), por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), de acordo com método oficial No. 986017 (AOAC,1995); presença de Fumonisina; por Cromatografia Líquida

de Alta Eficiência, de acordo com o método proposto por Shephard, *et al.* (1990) modificado por Ueno *et al.* (1993); presença de Zearalenona e Ocratoxina, por CCD conforme o método Adolfo Lutz/SP – POP/IAL 10 (1996), além da presença de fragmentos de insetos, determinada pelos métodos AOAC nº 950.86 e 982.31 (AOAC, 2000).

Após armazenagem: Após três meses de armazenagem, durante o embarque do produto, todos os veículos foram amostrados e essas amostras foram submetidas às mesmas análises descritas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fase de produção

A semeadura foi realizada no período de 20 de abril a 22 de maio de 2005. Foram utilizadas em média 165,0 Kg de sementes/ha, em sistema de plantio direto, das cultivares consideradas potencialmente das classes melhoradora ou pão, assim distribuídas: 72,5% CD-104; 16,8% Iapar 78; 5,5% Alcover; 2,0% BRS-208; 1,7% IPR-85; 0,9% Taurum e 0,6% BRS-210. Em 73,5% da área foi usado o tratamento de sementes com triazóis, neonicotenóide ou carboxanilida, e em 100,0% da área foi feita a adubação de base, com aproximadamente 206kg da fórmula 8:16:16/ha. A adubação de cobertura foi efetuada em 57,5% da área, utilizando-se aproximadamente 83kg/ha de uréia. Todas as áreas acompanhadas utilizaram herbicidas glicina substituída e metilssulfuron, inseticidas organofosforados, benzoiluréia, metilcarbamato ou piretróide e fungicidas triazóis ou estrobirulina.

As principais pragas constatadas durante o ciclo da cultura foram lagartas e percevejos. As principais doenças foram ferrugem, mancha foliar, oídio e brusone. Não foi observado nenhum caso de alta incidência de giberela (acima de 5,0% de espigas atacadas).

O rendimento médio das lavouras avaliadas foi de 1.749 kg/ha, concordando com a média obtida na região. Na mesma safra, a produtividade média paranaense foi de 2.195kg/ha, segundo a Conab (2007), ou seja, 20,0% superior. Este baixo rendimento pode ser atribuído à seca durante o desenvolvimento vegetativo da cultura, incidência de brusone e chuvas na colheita.

Fase de Transporte

O tempo médio na fila para descarga foi de 1 hora e 43 minutos, correspondendo à descarga de 4,6 t/hora. Devido à umidade do produto recebido, o tempo de espera

até a secagem foi motivo de preocupação.

Fase de Armazenamento

O peso do hectolitro (PH) médio foi de 78,4 e a umidade média dos grãos na colheita 18,1%. Cerca de 35% das cargas apresentaram grãos germinados visíveis a olho nu, 2,5% das cargas apresentaram grãos giberelados e 0,65% das cargas apresentaram grãos com helmintosporiose. Os resultados da avaliação da microbiota fúngica demonstraram que a prática da secagem imediata foi bastante efetiva para diminuição do inóculo de *Alternaria* spp. Além disso, concordando com os dados apresentados por Lima et al (2004) observou-se aumento de incidência de *Fusarium* spp no início do armazenamento (logo após a secagem) e forte decréscimo após o período de armazenagem.

As análises da micotoxina DON resultaram em contaminação variando de 90 mg/kg até 299 mg/kg (aquém dos limites estabelecidos pela Directiva 2005/38/CE – 1.250 mg/Kg), demonstrando que, provavelmente, a infecção dos grãos pode ter ocorrido tardiamente (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados de análises de micotoxinas em trigo safra2005, após secagem e armazenagem.

Lote	Época - Cond.		DON (□g/Kg)	Fumonisina (□g/Kg)	Zearalenona (□g/Kg)	Ocratoxina A (□g/Kg)
LOTE 01	AC	DS	299	90	Negativo	Negativo
LOTE 02	DC	DS	<90	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 03	DC	DS	120	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 04	DC	DS	120	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 05	DC	DS	<90	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 01	AC	AA	266	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 02	DC	AA	<90	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 03	DC	AA	105	1.061	Negativo	Negativo
LOTE 04	DC	AA	105	Negativo	Negativo	Negativo
LOTE 05	DC	AA	135	Negativo	Negativo	Negativo

Época – época da colheita; Cond. – condição; AC – Antes das Chuvas; DC – Depois das Chuvas; DS – Depois da Secagem; AA – Após 03 meses de armazenagem.

Durante a floração, observou-se grande amplitude de temperatura e alta umidade relativa, nos dias 24 e 25 de julho, o que pode ter promovido a infecção de *G. zeae* em plantas no estágio adiantado de floração, permitindo assim formação

de grãos infectados, sem prejuízo de peso, mas, com produção de micotoxina, o que também foi constatado por Del Ponte (2004), em seu trabalho sobre simulação do risco de giberela em trigo. Pelos motivos expostos, faz-se necessário a adoção de técnicas de triagem, para diminuir o risco de aproveitamento e consumo de trigo contaminado por micotoxinas, além de escolha de cultivar menos susceptível à Giberela.

O Manejo Integrado de Pragas executado na unidade armazenadora, contribuiu para a manutenção do produto isento de pragas. Uma das soluções encontradas para o problema de perdas ocasionadas por pragas em armazéns é o MIPGRÃOS (LORINI, 2008).

Uygun *et al* (2005) analisaram a presença de resíduo de malathion e fenitrothion em derivados de trigo (farelo, farinha branca, massas) e constataram que quando a aplicação dos agrotóxicos foi realizada obedecendo às dosagens e períodos de carência recomendados, não houve excesso do limite máximo de resíduo permitido nos produtos.

Com a aplicação da “árvore decisória” foram detectados os Pontos Críticos (PCs) e um Ponto Crítico de Controle (PCC) (Tabela 2). Este PCC corresponde à etapa de classificação, que ocorre na recepção, e está relacionado ao perigo químico de micotoxinas.

Analisando os riscos e a severidade dos PCs e do PCC elaborou-se o plano de APPCC que foi aplicado na Unidade Armazenadora de Assaí (Tabela 3).

Cerca de 65,0% das cargas recebidas não apresentaram grãos germinados visíveis a olho nu, mas 82,5% de todo o trigo recebido apresentou FN inferior a 250. A decisão tomada durante a recepção, de segregar o trigo colhido depois da chuva, como previsão de possíveis efeitos negativos desta sobre o FN, mostrou-se providencial, porque possibilitou uma comercialização satisfatória dos dois tipos de produto, com alto e com baixo FN.

De acordo com Moss (1972), a ocorrência de chuvas após amadurecimento do trigo e antes da colheita pode causar a germinação dos grãos e, conseqüentemente, a deterioração em níveis que comprometem sua utilização industrial. A análise de PH, comumente verificada pelo produtor, não permitiu prever valores de FN.

O teor percentual de proteínas na farinha varia de acordo com a cultivar, grau de desenvolvimento do grão, solo, condições climáticas, tipo de processamento usado para extração da farinha. Esse teor pode variar de 8% a 14% (MANDARINO, 1994). Os resultados das análises reológicas, demonstraram que as BPA e BPAr foram suficientes para manutenção do potencial tecnológico das cultivares utilizadas.

Tabela 2. Árvore decisória aplicada na Unidade Armazenadora de Assai, para elaboração do Plano de APPCC para cultura e armazenagem de trigo.

ETAPAS	Perigos	Há controle?	Há medidas preventivas?	Elimina Ou reduz?	Aumenta?	Etapa subsequente eliminará ou reduzirá níveis aceitáveis?	PCC/ PC
Trat. Sem.	Q – Fung/Ins	SIM	*	*	*	*	PC
Cont. Pl. Dan.	Q - Herbicida	SIM	*	*	*	*	PC
Cont. Pragas	Q - Inseticida	SIM	*	*	*	*	PC
Cont. doenças	Q - Fungicida	SIM	*	*	*	*	PC
Colheita	Q- Prod. Quím.	SIM	*	*	*	*	PC
Colheita	F - Mat. Estr.	SIM	*	*	*	*	PC
Transp.	B- <i>Salmonella spp</i> , Pragas	SIM	*	*	*	*	PC
Transp.	Q- Prod. Quím.	SIM	*	*	*	*	PC
Transp.	F - Mat. Estr.	SIM	*	*	*	*	PC
	B- <i>Aspergillus spp</i> , <i>Penicillium spp</i>	SIM	*	*	*	*	PC
Recep.	B - Pragas	SIM	*	*	*	*	PC
Recep.	Q-Produtos químicos, trigo tratado	SIM	*	*	*	*	PC
Recep.	F - Mat. Estr.	SIM	*	*	*	*	PC
Recep.	Q – Micotoxinas	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	PCC 1Q
Elev., máq.	B - Pragas	SIM	*	*	*	*	PC
Elev., máq.	F - Mat. Estr.	SIM	*	*	*	*	PC
Armaz.	B -Pragas, <i>Salmonella spp</i>	SIM	*	*	*	*	PC
Armaz.	Q- Micotoxinas, Agrotóxicos	SIM	*	*	*	*	PC
Exped.	B - Pragas no trigo e veículo	SIM	*	*	*	*	PC
Exped.	Q-Prod.Quím.- veículo	SIM	*	*	*	*	PC
Exped.	F - Mat. Estr.	SIM	*	*	*	*	PC

Tabela 3. Plano de APPCC na Unidade Armazenadora de Assai.

Etapa	Perigo	PCC	Limites Críticos*	Procedimento	Ação corretiva	Doc.	Verificação
Recep.	Micotoxinas	1 Q	<u>DON</u> 1.250µg/Kg 2.000µg/Kg <u>Fumonisin</u> 5,0µg/Kg – Ocr A 100µg/Kg - ZEN	Monitorar campo e recepção	Rejeitar	doc	Análises Laborator iais

* Baseado nos limites estabelecidos pela European Commission (2005)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, **Approved methods**. 9. ed. Saint Paul, 2 v., 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods Of Analysis: Food Composition; Additives; Natural Contaminants, Vol. 2, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 365 p., 1992.

BRASIL. MAPA - Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo - **Instrução Normativa no. 7 de 15/08/2001**.

BURLINGAME, B.; PINEIRO, M. The essential balance: Risks and benefits in food safety and quality. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, 139-146, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Código Internacional de Práticas Recomendadas para Princípios Gerais de Higiene Alimentar**. [CAC/RCP 1 – 1969, Revisão 4], 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **9º Levantamento de Safras**. Disponível em <http://www.conab.gov.br>, acesso em 17/06/2007.

DEL PONTE, E.M.; FERNANDES, J.M.C.; PIEROBOM, C.R.; BERGSTROM, G.C.

Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 587-606, 2004.

EC – COMMISSION REGULATION no.123/2005 of 26 January 2005. Amending Regulation (EC) no. 466/201 as regards ochratoxin A. **Official Journal of the European Union**, L. 25, p. 3, 28/01/2005.

LIMA, M.I.P.M. Giberela ou Brusone? Orientações para identificação correta dessas enfermidades em trigo e em cevada. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 42 p., 2004.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72p.

MANDARINO, J.M.G. Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas. Londrina, **Embrapa-CNPSoja**, 36 p. (**Documentos**, nº 75), 1994.

MORTIMORE, S.Ç WALLACE, C. How to make HACCP really work in practice. **Food Control**, Guildford, v. 12, p.209-215, 2001.

MOSS, H. J.; DERERA, N.F.; BALAM, L.N. – Effect of pré-harvest rain on germination in the ear and alfa-amylase activity of Australian wheat. **Australian Journal Of Agriculture Research**, v.23, p. 769-777, 1972.

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 17^a Ed. Published by the **Association of Official Analytical Chemists**. Food Composition; Additives; Natural Contaminants, Vol. 2, 2000.

POP/IAL 10 – Métodos para determinação simultânea de Aflatoxina B e G; Ocratoxina A; Zearalenona e Esterigmatocistina. Equipe Química Biológica. **Instituto Adolfo Lutz** – SP.1996.

SHEPHARD, G.S.; SYDENHAM, E.W., THIEL, P.G.; GELDERBLON, W.C.A. Quantitative determination of fumonisins B₁ and B₂ by HPLC with fluorescence detection. **Journal of Liquid Chromatography**, 13:2077-2087, 1990.

UENO, Y.; AOYAMA, S.; SUGIURA, Y.; WANG, D.S.; HIROOKA, E.Y.; HARA, S.; KARKI, T.; CHEN, G.; YU, S.H. A limited survey of fumonisins in corn and corn-based products in Asian countries. **Mycotoxin Research**, v.9, p. 27-34, 1993.

UYGUN, U.; KOKSET, H.; ATLI, A. – Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. **Food Chemistry**, v.92, p.643-647, 2005.