

## PEROXIDAÇÃO EM AMOSTRAS DE MILHO, PROTEGIDAS OU NÃO POR ETOXIQUIM

GEFERSON FISCHER<sup>1</sup>, VIVIANE LORENZATO BERMUDEZ<sup>2</sup>, ELISA BALD SIQUEIRA<sup>3</sup>, FRANCISCO AUGUSTO BURKERT DEL PINO<sup>4</sup>, MARCOS ANTÔNIO ANCIUTI<sup>5</sup>, JOÃO CARLOS MAIER<sup>6</sup> E FERNANDO RUTZ<sup>6</sup>

1. Doutorando em Biotecnologia Agrícola – Universidade Federal de Pelotas – UFPel – e-mail: geferson@ufpel.tche.br.
2. Médica veterinária, MSc. – Professora da Faculdade de Medicina Veterinária – UFPel.
3. Acadêmica de Graduação – Bacharelado em Química de Alimentos – FCD – UFPel.
4. Doutor, professor do Departamento de Bioquímica – IQG – UFPel.
5. Doutorando em Zootecnia – UFPel.
6. Doutor, professor do Departamento de Zootecnia – UFPel.

### RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a eficiência do antioxidante etoxiquim, quando acrescido a amostras de milho triturado, armazenadas por diferentes períodos. Foram utilizados oito tratamentos: vinte e um, quatorze, sete e zero dias de armazenamento do milho, com ou sem adição de 125 ppm do aditivo, todos com dez repetições. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Das amostras de milho, acondicionadas em sacos hermeti-

camente fechados, foi extraído óleo, utilizado nas análises de índice de acidez, índice de iodo e índice de peróxido. Apesar de ser notada influência positiva na inclusão do etoxiquim ( $P < 0,01$ ), este antioxidante não se mostrou efetivo em impedir a oxidação das gorduras do milho, uma vez que houve aumento dos índices de acidez e peróxido, bem como diminuição do índice de iodo, à medida que aumentou o tempo de armazenamento do cereal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acidez, antioxidante, índice de iodo, oxidação.

### ABSTRACT

#### PEROXIDATION OF CORN PROTECTED OR NOT WITH ETHOXYQUIN

This experiment aimed to evaluate the efficiency of ethoxyquin on ground corn in different storage time. Treatments (ten replicates each) consisted of twenty-one, fourteen, seven and zero days of stored corn protected or not with ethoxyquin (125 ppm), in a completely randomized design. The corn samples were stored in sealed bags. The oil was extracted and acidity index, iodine index and

peroxide index were evaluated. A positive influence of ethoxyquin was observed ( $P < 0.01$ ). However, the magnitude of this effect was not enough to prevent complete peroxidation of the ground corn oil. A gradual increase in acidity index and in peroxide index, as well as a decrease in iodine index was observed by increasing the cereal storage time.

**KEY WORDS:** Acidity, antioxidant, iodine index, oxidation.

### INTRODUÇÃO

A seleção de animais para que apresentem melhores taxas de produção tem obrigado o uso de

rações com maior concentração de nutrientes (LIMA, 2001). Nesse contexto, o atendimento das elevadas necessidades energéticas das aves é obtido através da adição de óleo na dieta (NORTH & BELL, 1990).

Os ácidos graxos poliinsaturados que compõem parte desta matéria lipídica, bem como aqueles oriundos de grãos como o milho, são passíveis de peroxidação (RUTZ & LIMA, 1994; RIEGEL, 2001). Segundo CABEL et al. (1988) e BARBI et al. (1999), a rancificação das dietas reduz o seu valor nutritivo e leva à formação de produtos tóxicos.

A peroxidação afeta profundamente as qualidades organolépticas dos lipídios e é prejudicial pelos seus efeitos sobre a sua aceitação pelas aves (WANG et al., 1997). Como consequência, o ganho de peso e o consumo de ração também são afetados (ENGBERG et al., 1996). O efeito tóxico causado pela ingestão contínua e prolongada de produtos rancificados deve ser ainda mais considerado, uma vez que processos oxidativos severos têm sido associados a doenças e à redução do tempo de vida desses animais (BOBBIO, 1992; CAVALIERI et al., 2000; LANKIN et al., 2002).

Para neutralizar o efeito deletério desses radicais livres, nutricionistas utilizam antioxidantes (SAXENA et al., 2000). Segundo GUNSTONE (1967), essas substâncias são usadas para preservação do alimento, retardando a sua deterioração, sendo comumente utilizadas pela indústria de rações. Essa prática não só é econômica, em relação ao alto custo dos nutrientes especializados, destruídos durante o processo de peroxidação, como também permite uma maior confiança de que a formulação da dieta esteja mais próxima às exigências estabelecidas, pois pode ser previsto que uma maior porcentagem de nutrientes da dieta estará disponível ao animal.

O etoxiquim é um antioxidante sintético, amplamente utilizado pela indústria da alimentação animal (SAXENA et al., 2000). Esse aditivo é tolerante a efeitos do processamento como calor, pressão e umidade – a maior parte dos antioxidantes naturais não suporta essas condições (RUTZ & LIMA, 1994). Entretanto, SILVA (1986), BARTOV et al. (1991) e BAILEY et al. (1996) não registraram efeito benéfico da adição de tal antioxidante na dieta de poedeiras.

Assim, este trabalho teve por objetivo verificar a eficiência do antioxidante etoxiquim como protetor da peroxidação lipídica, em amostras de milho

triturado, armazenadas por diferentes períodos de tempo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Bioquímica, do Instituto de Química e Geociências, da Universidade Federal de Pelotas.

Oito amostras de milho foram utilizadas, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Após moagem em peneira de 2mm de diâmetro, tais amostras foram acondicionadas à temperatura ambiente (variável entre 15° C e 34,5° C) por um dia (tratamentos sete e oito), sete dias (tratamentos cinco e seis), quatorze dias (tratamentos três e quatro) e vinte e um dias (tratamentos um e dois), com ou sem a adição de um antioxidante (etoxiquim), na proporção de 125 ppm.

Das amostras de milho, extraiu-se o óleo, que foi analisado segundo a metodologia da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC (1997).

A extração foi feita utilizando-se a metodologia desenvolvida por BLIGH & DYER (1959) adaptada em função do conteúdo aquoso e da qualidade do depósito lipídico, colocando-se 70 g de grãos moídos e 300 ml de éter de petróleo para extração do volume de óleo desejado. A amostra foi coberta com o éter de petróleo e agitada por trinta minutos. Após repouso de 24 horas, o éter de petróleo foi extraído do óleo por destilação simples com aquecimento por manta térmica.

Os parâmetros analisados foram: índice de iodo, utilizando-se o método de Wijs, índice de peróxidos e índice de acidez (AOAC, 1997). Os dados foram analisados pelo programa SANEST de análise estatística (ZONTA & MACHADO, 1984).

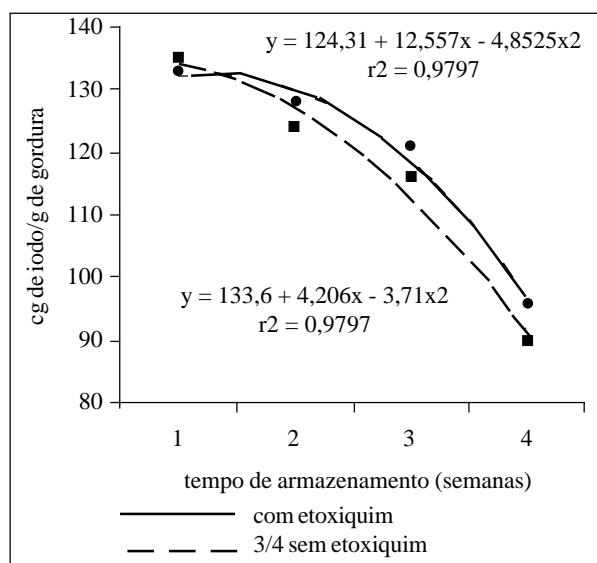
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Índice de iodo*

O perfil dos ácidos graxos de uma gordura pode ser indiretamente demonstrado pela metodologia descrita como índice de iodo (BARBI & LÚCIO, 2003). PALMQUIST (2002) registra

que a utilização desse processo é uma medida rápida e simples para medir a quantidade de insaturação de uma gordura.

A inclusão do antioxidante etoxiquim em amostras trituradas de milho influenciou ( $Y = 124,31 + 12,557x - 4,8525x^2$ ) o índice de iodo. Apesar de esses índices decaírem ao longo das semanas experimentais (Figura 1), os tratamentos em que houve a inclusão do aditivo alcançaram os valores mais elevados, indicando um retardo no processo de peroxidação. Isso significa que as ligações insaturadas das gorduras ficaram mais protegidas contra a oxidação. Dessa forma é possível inferir que a utilização de etoxiquim resulta em maiores valores de energia metabolizável do milho (HUYGHEBAERT et al., 1988).



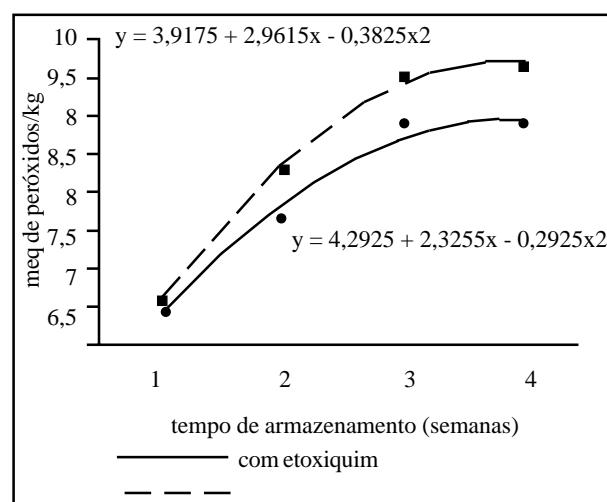
**FIGURA 1.** Índice de iodo de amostras de milho triturado, armazenadas com ou sem etoxiquim.

### Índice de peróxido

A inclusão de etoxiquim em amostras de milho triturado afetou ( $Y = 4,2925 + 2,3255x - 0,2925x^2$ ) o índice de peróxido (Figura 2), retardando o processo de peroxidação. Entretanto, esse efeito antioxidante foi gradativamente sendo reduzido com o avançar do período de armazenamento do milho. Resultados semelhantes foram obtidos por SILVA (1986), trabalhando com farelo integral de arroz.

Embora a utilização do etoxiquim tenha proporcionado redução no índice de peróxido ao longo do período experimental, é importante enfatizar que os valores observados no presente experimento são superiores aos mínimos toleráveis (4 meq/kg) a serem oferecidos às aves, conforme estabelecido por CABEL et al. (1988). Tais resultados sugerem que o milho, uma vez triturado, deve ser imediatamente utilizado.

Confrontando as informações obtidas neste experimento com as de CABEL et al. (1988), pode-se inferir que os valores do índice de peróxido alcançados podem diminuir o desenvolvimento normal das aves, uma vez que, mesmo com a adição do antioxidante, este índice alcançou valores superiores aos obtidos por estes pesquisadores, conforme a Figura 2.



**FIGURA 2.** Índice de peróxido de amostras de milho triturado, armazenadas com ou sem etoxiquim.

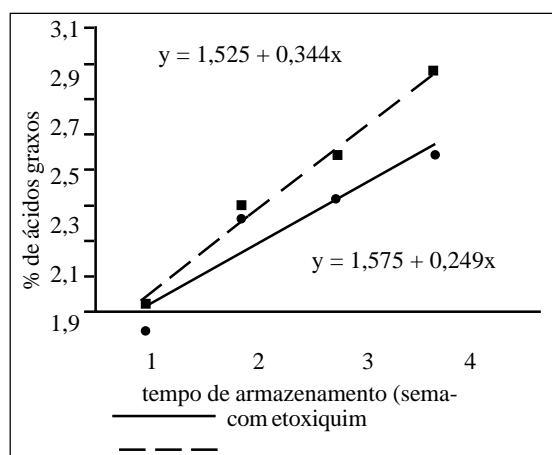
### Índice de acidez

A inclusão de etoxiquim em amostras de milho triturado afetou ( $Y = 1,575 + 0,249x$ ) o índice de acidez, conforme a Figura 3. Os índices variaram de aproximadamente 1,7% a 2,5% no milho protegido por etoxiquim e de 1,8% a 2,9% no milho não protegido. Esses valores são inferiores aos máximos preconizados (5% para gordura vegetal) como toleráveis na dieta das aves (DAVIS, 1996).

Durante todo o período experimental foi evidenciado efeito positivo desse aditivo, uma vez que as amostras de milho não protegidas alcançaram valores superiores de ácidos graxos livres, o que provavelmente tenha favorecido o maior índice de peróxido anteriormente observado (Figura 2). Novamente, pôde-se verificar a diminuição da eficiência desse antioxidante, uma vez que, à medida que aumentou o tempo de armazenamento, também elevaram-se os valores do índice de acidez, mesmo nas amostras protegidas pelo aditivo, indicando piora na qualidade da gordura. Registros semelhantes foram apresentados para produtos de origem animal, armazenados durante longos períodos. Segundo BARBI & LÚCIO (2003), tal efeito pode ser atribuído à ação microbiana e umidade.

O aumento dos ácidos graxos livres em uma gordura tende a gerar redução de energia metabolizável. DAVIS (1996) estimou que, para cada 1% de aumento em acidez, ocorre uma perda de 10kcal/EM para aves.

Esses resultados, entretanto, não corroboram os observados por KRATZER & PAYNE (1977), que, ao compararem a produção de ácidos graxos livres entre o farelo de arroz armazenado por onze semanas, com ou sem a adição de etoxiquim, não constataram influência da inclusão desse aditivo. Da mesma forma, SILVA (1986) não observou influência na adição de etoxiquim ou BHT nos teores de ácidos graxos livres do farelo de arroz e das rações utilizadas no experimento.



**FIGURA 3.** Índice de acidez de amostras de milho triturado, armazenadas com ou sem etoxiquim

## CONCLUSÃO

Apesar de a utilização do aditivo etoxiquim, na proporção de 125 ppm, ter conferido proteção antioxidante ao óleo extraído de milho triturado e armazenado por até 21 dias, a magnitude dessa proteção não foi suficiente para prevenir completamente a sua peroxidação.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, D.C. : Editorial Board, 1997.

BAILEY, C.A.; SRINIVASAN, L.J.; MCGEACHIN, R.B. The effect of ethoxyquin on tissue peroxidation and immune status of single comb White Leghorn cockerels. **Poultry Science**, v. 75, p. 1109-1112, 1996.

BARBI, J.H.; BECKER, B.G.; ROBEY, W. Antioxidantes em rações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, FACTA, 1999. p. 219-246.

BARBI, J.H.; LÚCIO, C.G. Qualidade e digestibilidade de gorduras e óleos na alimentação de aves. In: CONGRESO NACIONAL DE LA AMENA, 11., 2003, Cancún, México, **Memórias...** Cancún, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2003. p. 159-177.

BARTOV, I.; WEISMAN, Y.; WAX, E. Effects of high concentration of dietary vitamin E and ethoxyquin on the performance of laying hens. **British Poultry Science**, v. 32, n. 3, p. 525-534, 1991.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

- BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.
- CABEL, M.C.; WALDROUP, W.; SHERMER, W.D.; CALABOTTA, D.F. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v. 67, n. 12, p. 1725-1730, 1988.
- CAVALIERI, E.; FRENKEL, K.; LIEHR, J.G.; ROGAN, E.; ROY, D. Estrogens as endogenous genotoxic agents-DNA adducts and mutations. **Journal of National Cancer Institute**, v. 27, p. 75-93, 2000.
- DAVIS, L.E. Rendered Product Quality. In: NOVUS SYMPOSIUM AUSTRALIA, 1., 1996, **Proceedings...** Davis Consulting, Inc. Cincinnati, OH, USA, 1996. 28p.
- ENGBERG, R.M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S.K.; JAKOBSEN, K. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on the antioxidative status of broilers. **Poultry Science**, v. 75, n. 8, p. 1003-1011, 1996.
- GUNSTONE, R.F. **Oxidation**: an introduction in to the chemistry and biochemistry of fatty acids and their. Bangay, Suffolk: R. Clay, 1967.
- HUYGHEBAERT, G.; DE MUNTER, G.; DE GROOTE, G. The metabolizable energy (AMEn) of fats for broilers in relation to their chemical composition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 20, p. 45, 1988.
- KRATZER, F.H.; PAYNE, C.G. Effect of autoclaving, hot-water treating, parboiling and addition of ethoxyquin on the value of rice bran as a dietary ingredient for chickens. **British Poultry Science**, v. 18, n. 4, p. 475-482, 1977.
- LANKIN, V.Z.; SHERENESHEVA, N.I.; KONOVALOVA, G.G.; TIKHAZE, A.K. Beta-carotene-containing preparation carinat inhibits lipid peroxidation and development of renal tumors in rats treated with chemical carcinogen. **Bulletin of Experimental Biology and Medicine**, v. 130, n. 7, p. 694-696, 2002.
- LIMA, G.J.M.M. de. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, SBZ, 2001. CD-ROM.
- NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. Westport: Norstrand Reinhold, Avi Publishing Company, Inc., 1990.
- PALMQUIST, D. L. An appraisal of fats and fatty acids. In: McNAB, J.M.; BOORMAN, K.N. **Poultry feedstuffs, supply, composition and nutritive value**. New York: CABI Publishing, 2002. p. 87-97.
- RIEGEL, R.E. **Bioquímica**. 3. ed. São Leopoldo: Unisinos, 2001.
- RUTZ, F.; LIMA, G.J.M.M. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP, Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, FACTA, 1994. p. 73-83.
- SAXENA, T.B.; ZACHARIASSEN, K.E.; JORGENSEN, L. Effects of ethoxyquin on the blood composition of turbot, *Scophthalmus maximus* L. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology**, v. 127, n. 1, p. 1-9, 2000.
- SILVA, Y.L. da. **Avaliação do farelo de arroz integral armazenado por tempo prolongado, para poedeiras**. 1986. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/ Universidade Federal de Pelotas.
- WANG, S.Y.; BOTTJE, W.; MAYNARD, P.; DIBNER, J.; SHERMER, W. Effect of Santoquin®

and oxidized fat on liver and intestinal glutathione in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 961-967, 1997.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas: Embrapa-UFPel, 1984.

---

Protocolado em: 18 abr. 2003. Aceito em: 10 jul. 2004.