

ANÁLISE QUANTITATIVA DE CLORETO DE CÁDMIO NAS VÍSCERAS E TECIDOS DE BOVINOS SUBMETIDOS À CASTRAÇÃO QUÍMICA ⁽¹⁾

(Quantitative analysis of cadmium chloride on visceral organs and tissues of cattle submitted by chemical castration)

MILTON GORNI ⁽²⁾ e EIDIOMAR ANGELUCCI ⁽³⁾

RESUMO: O principal objetivo do presente trabalho foi verificar o conteúdo de cádmio nas vísceras e tecidos de 21 bovinos da raça santa-gertrudis, da Estação Experimental de Zootecnia de São José do Rio Preto, em complementação aos estudos de castração química desses animais, tendo sido utilizado na fórmula o cloreto de cádmio, considerado tóxico para o homem. Os animais foram submetidos a três tratamentos, com idade inicial de trinta dias: A = castração química, através de injeção de 1 cm³ em cada testículo de uma solução contendo aldeído fórmico a 40% (0,3 ml) + solução oleosa com cloreto de cádmio (0,005 g) + aditivos; B = castração cirúrgica; e C = inteiros. Decorridos dois anos, quando os animais atingiram o peso de 380 kg a 400 kg, foram abatidos e colhidos fragmentos de fígado, rins, baço, contrafilé, osso e gânglios pré-crurais, para determinação do nível de cádmio. Esse elemento se apresentou em maior concentração nos rins e fígado, havendo correlação positiva entre essas duas vísceras ($P < 0,05$) e negativa entre contrafilé e ossos ($P < 0,05$). Concluiu-se que a dosagem de 0,010 g/animal de cádmio apresentou nas vísceras e tecidos níveis considerados abaixo dos contaminantes metálicos tolerados nos alimentos, de acordo com o CNNPA — Conselho Nacional de Normas e Padrões Alimentares, permitindo sua inclusão na fórmula do produto utilizado na castração química de bovinos.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da existência da vida sobre a terra, o cádmio se encontra disseminado no meio ambiente pela erosão provocada pelas chuvas e ventos. Trata-se de um elemento considerado tóxico para o homem e demais animais. A intoxicação se manifesta, sob efeito de doses moderadas,

por anemia, desmineralização óssea, alterações hepáticas e renais. Doses mais elevadas podem provocar a morte.

Inúmeros pesquisadores têm utilizado esse metal pesado para fins de esterilização e mesmo de castração de animais de laboratório, bem como

⁽¹⁾ Parte Projeto IZ-0016. Recebido para publicação em junho de 1984.

⁽²⁾ Da Seção de Suinocultura, Divisão de Zootecnia Diversificada.

⁽³⁾ Da Seção de Glicídes, Instituto de Tecnologia de Alimentos.

de bovinos, suínos, caprinos e outros. Geralmente, utilizam o elemento cádmio sob a forma de cloreto ou sulfato em solução aquosa ou oleosa, pela via parenteral. Para uso pela via oral é misturado diretamente na ração ou água.

JACOBS et alii (1974) verificaram que o cloreto de cádmio ministrado pela via oral a codornas japonesas levou ao seu acúmulo nos rins e fígado.

Outros dados de concentração de cádmio no fígado, rins e músculos de animais alimentados com rações contendo esse princípio ativo foram relatados por diversos autores.

SHARMA & VERMA (1980) alimentaram bovinos adultos durante três meses com rações contendo 0,18 ppm de cádmio e detectaram 0,6 ppm no fígado, sem, entretanto, encontrar resíduos nos músculos. Esses mesmos autores, utilizando 2,40 ppm nas mesmas condições anteriores, detectaram no fígado 0,7 ppm de cádmio.

MILLS & DALGARNO (1972), alimentando ovelhas com rações contendo 5 ppm de CdCl_2 , obtiveram os seguintes resultados: 4,5, 13,5 e 0,047 ppm, respectivamente no fígado, rins e músculos. Com o aumento do cádmio para 15 ppm na ração, os resultados foram 15,5, 43,0 e 0,091 ppm, na mesma seqüência das vísceras.

OSTERTAG & KREUZER (1980), pesquisando o conteúdo de cádmio nos rins, fígado e músculos de suínos submetidos a vários regimes de alimentação, detectaram a presença do elemento nos rins de 334 suínos oriundos de dez estações de acabamento, em quantidades oscilando de 23 a 1.000 $\mu\text{g/kg}$ de peso úmido dos rins (média de 271 $\mu\text{g/kg}$). No fígado de 322 suínos foram detectadas de 10 a 656 $\mu\text{g/kg}$ e nos músculos de 211 suínos, de 0 a 82 $\mu\text{g/kg}$. Os autores concluíram estar a maior concentração de cádmio nos rins de todos os animais analisados.

PETERSEN & VEMMER (1979) estudaram o efeito de doses crescentes de cádmio no desempenho de suínos e sua retenção em vários tecidos; o cádmio foi dado na quantidade de 123 mg/kg de ração em vinte fases, com cinco suínos em cada uma. Houve regressão negativa no desempenho dos animais, conseqüente do consumo das rações que continham maiores teores de cádmio.

VEMMER & PETERSEN (1960), também em estudo com doses crescentes de cádmio na ração de suínos na fase de terminação, verificaram que quantidades de 0,45 a 15 mg/kg ocasionaram aumento linear do elemento no córtex renal. O nível detectado no fígado foi menor do que no córtex renal.

RADI & POND (1979) utilizaram a dose de 200 mg de cloreto de cádmio/kg de ração na dieta alimentar de suínos e constataram os seguintes níveis: 35, 247 e 1,93 mg/kg, respectivamente no fígado, rins e testículos ($P < 0,01$).

SASSER & JARBOE (1980), em pesquisa para verificar a absorção e retenção de cádmio em leitões recém-nascidos, observaram, após sete dias do início dos tratamentos: no fígado, $23 \pm 2,2$; e nos rins $36,9 \pm 8,0$, em concentração de 115 mcd.

BLOOD et alii (1981) injetaram cádmio em bovinos e verificaram que doses acima de 18 mg/kg de peso vivo provocaram redução do ganho em peso. Constataram, também, que os bovinos são menos sensíveis do que os suínos aos efeitos do cádmio.

O presente ensaio teve por objetivo verificar os resíduos de cádmio nas vísceras e tecidos ósseo, muscular e ganglionar de bovinos, tendo em vista estudos de castração química dessa espécie animal, em cuja fórmula do produto um dos componentes é cloreto de cádmio, considerado tóxico ao homem.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 21 bovinos da raça santa-gertrudis, provenientes da Estação Experimental de Zootecnia de São José do Rio Preto, SP, submetidos a três tratamentos, com idade inicial de trinta dias: A = castração química, através de injeção de 1 cm^3 em cada testículo de uma solução contendo aldeído

fórmico a 40% (0,3 cm^3) + solução oleosa com cloreto de cádmio* + aditivos; B = castração cirúrgica; e C = inteiros.

Decorridos dois anos, quando atingiram o peso médio de 380 a 400 kg, os animais dos diversos tratamentos foram abatidos e colhidos fragmen-

* 0,005 g de cádmio em 1 cm^3 da fórmula

tos de fígado, rins, baço, contrafilé, ossos e gânglios pré-currais, para análise laboratorial. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com três tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram as vísceras de animais castrados química e cirurgicamente, e inteiros. Nas variáveis em estudo foi feito o teste de correlação, segundo GOMES (1978).

A determinação do cádmio, em ppm, foi feita através do Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, (USA, 1976) e Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry Using the HGA — Graphite Furnace. The Perkin—Elmer Co. Connecticut (USA, 1977). As análises foram realizadas no Ital - Instituto de Tecnologia de Alimentos, em Campinas, SP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analíticos do cádmio, em ppm nas amostras de fígado, rins, baço, contrafilé, osso tarso e gânglios pré-currais de bovinos, são mostrados no quadro 1.

Através da análise de variância desses dados, constatou-se diferença significativa ($P < 0,01$) (Tukey, 5%) em relação ao fígado e rins, demonstrando maior concentração do elemento cádmio nessas duas vísceras em relação às demais.

As médias, em ppm, do teor de cádmio presente no fígado dos animais castrados pelo método químico foi 0,3430, ($P < 0,01$) e para os rins, 0,5680 ($P < 0,01$) (quadro 2), concordando com os resultados obtidos por JACOBS et alii (1974), MILLS & DALGARNO (1972), OSTERTAG & KREUZER (1980), RADI & POND (1979) e SASSER & JARBOE (1980), que obtiveram superiores níveis de cádmio nos rins do que no fígado de diversas espécies animais que receberam o elemento pelas vias oral e injetável.

Através do teste de correlações simples do resíduo de cádmio entre vísceras e tecidos ósseo e ganglionar, constatou-se correlação positiva ao nível de ($P < 0,05$) entre fígado e rim, e negativa ($P < 0,05$) entre contrafilé e osso (quadro 3). Esse último resultado discorda do obtido por SHARMA & VERMA (1980), que não encontraram resíduos de cádmio nos músculos de bovinos tratados com o elemento na ração durante três meses. Entretanto, o presente trabalho concorda com os de VEMMER & PETERSEN (1960) e PETERSEN & VEMMER (1979), que observaram aumento linear do cádmio no córtex renal e fígado, através de doses crescentes do elemento nas rações de suínos.

Confrontando-se os níveis de cádmio constatados nas vísceras e tecidos dos animais castrados quimicamente com os da tabela do CNNPA — Conselho Nacional de Normas e Padrões Alimentares, verifica-se que os resíduos estão abaixo de 1 ppm, valor máximo de tolerância permitido.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a dosagem de 0,010 g/animal de cádmio apresentou nas vísceras e tecidos muscular, ósseo e ganglionar, resíduo conside-

rado abaixo do nível contaminante tolerado nos alimentos, de 1 ppm, permitindo sua inclusão na fórmula do produto químico para castração de bovinos, que se encontra em fase experimental.

Quadro 1. Resultados analíticos do resíduo de cádmio (ppm) nas vísceras e tecidos ósseo e ganglionar de bovinos submetidos à castração química e cirúrgica, e inteiros

| Número do animal | Fígado | Rim | Baço | Contrafilé | Osso | Gânglios |
|----------------------|--------|-------|-------|------------|--------|----------|
| Tratamento químico | | | | | | |
| 401 | 0,255 | 0,735 | 0,123 | 0,178 | 0,0014 | 0,100 |
| 406 | 0,323 | 0,653 | 0,233 | 0,200 | 0,0005 | 0,100 |
| 414 | 0,368 | 0,345 | 0,150 | 0,203 | 0,0001 | 0,103 |
| 415 | 0,293 | 0,345 | 0,158 | 0,230 | 0,0005 | 0,100 |
| 422 | 0,585 | 0,518 | 0,123 | 0,190 | 0,0019 | 0,103 |
| 433 | 0,255 | 0,533 | 0,110 | 0,190 | 0,0003 | 0,080 |
| 434 | 0,323 | 0,848 | 0,110 | 0,178 | 0,0008 | 0,135 |
| Total | 2,402 | 3,977 | 1,007 | 1,369 | 0,0055 | 0,721 |
| Média | 0,343 | 0,568 | 0,144 | 0,195 | 0,0008 | 0,103 |
| Tratamento cirúrgico | | | | | | |
| 407 | 0,158 | 0,153 | 0,143 | 0,178 | 0,0002 | 0,115 |
| 410 | 0,248 | 0,168 | 0,138 | 0,173 | 0,0066 | 0,085 |
| 416 | 0,225 | 0,143 | 0,165 | 0,198 | 0,0007 | 0,088 |
| 419 | 0,218 | 0,138 | 0,128 | 0,180 | 0,0014 | 0,103 |
| 431 | 0,203 | 0,123 | 0,175 | 0,178 | 0,0005 | 0,123 |
| 435 | 0,165 | 0,150 | 0,095 | 0,180 | 0,0012 | 0,065 |
| 404 | 0,225 | 0,168 | 0,130 | 0,200 | 0,0005 | 0,093 |
| Total | 1,442 | 1,043 | 0,974 | 1,287 | 0,0111 | 0,672 |
| Média | 0,206 | 0,149 | 0,139 | 0,184 | 0,0016 | 0,096 |
| Inteiros | | | | | | |
| 403 | 0,293 | 0,168 | 0,100 | 0,198 | 0,0019 | 0,080 |
| 405 | 0,248 | 0,593 | 0,158 | 0,203 | 0,0004 | 0,095 |
| 412 | 0,173 | 0,178 | 0,298 | 0,203 | 0,0014 | 0,100 |
| 417 | 0,225 | 0,123 | 0,138 | 0,173 | 0,0012 | 0,110 |
| 420 | 0,285 | 0,195 | 0,093 | 0,178 | 0,0051 | 0,108 |
| 430 | 0,233 | 0,345 | 0,143 | 0,178 | 0,0008 | 0,120 |
| 438 | 0,143 | 0,160 | 0,090 | 0,170 | 0,0048 | - |
| Total | 1,600 | 1,762 | 1,020 | 1,303 | 0,0156 | 0,613 |
| Média | 0,228 | 0,252 | 0,146 | 0,186 | 0,0020 | 0,102 |

Quadro 2. Resultado da análise de variância do resíduo de cádmio nas vísceras, tecidos ósseo e muscular dos animais tratados com produto químico, método cirúrgico e inteiros

| Tratamentos | CQ | CC | I | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|---------|------------------|--------|
| Número de animais | 7 | 7 | 7 | | | | |
| Duração em meses | 27 | 27 | 27 | | | | |
| Análise de variância | — | — | — | QM | F | DMS = Tukey (5%) | CV (%) |
| Vísceras (ppm, média) | | | | | | | |
| Fígado | 0,3430 ^a | 0,2060 ^b | 0,2280 ^b | 0,037851 | 7,19** | 0,103315 | 27,96 |
| Rins | 0,5680 ^a | 0,1490 ^b | 0,2520 ^b | 0,334083 | 18,24** | 0,192797 | 41,89 |
| Baço | 0,1440 ^a | 0,1390 ^a | 0,1460 ^a | 0,00008 | 0,03 | ns | 31,91 |
| Contrafilé | 0,1950 ^a | 0,1840 ^a | 0,1860 ^a | 0,000269 | 1,123 | ns | 8,21 |
| Osso (tarso) | 0,0008 ^a | 0,0016 ^a | 0,0020 ^a | 0,000003 | 1,002 | ns | 113,20 |
| Gânglio pré-crural | 0,1030 ^a | 0,0960 ^a | 0,1020 ^a | 0,000164 | 0,553 | ns | 17,15 |

** significativo ao nível de 1%.

CQ = castração química, CC = castração cirúrgica, I = inteiros, ns = não significativo.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Quadro 3. Correlações simples dos resíduos de cádmio (ppm) entre vísceras e tecidos ósseo, muscular e ganglionar

| Vísceras | Correlação | |
|-----------------------|------------|----------|
| | Positiva | Negativa |
| Fígado - rim | 0,4852* | — |
| Fígado - baço | — | 0,0899 |
| Fígado - contrafilé | 0,2639 | — |
| Fígado - osso | — | 0,0485 |
| Fígado - gânglios | — | 0,1174 |
| Rim - baço | 0,0070 | — |
| Rim - contrafilé | 0,1347 | — |
| Rim - osso | — | 0,2796 |
| Rim - gânglios | 0,2460 | — |
| Baço - contrafilé | 0,4303 | — |
| Baço - osso | — | 0,2961 |
| Baço - gânglios | 0,1348 | — |
| Contrafilé - osso | — | 0,4514* |
| Contrafilé - gânglios | — | 0,2434 |

* $P < 0,05$.

SUMMARY: The purpose of this study was to measure the retention of cadmium in the kidney, liver, bone and in the glandular and muscular tissue in 21 heifers Santa Gertrudis breeders treated with a single intratesticular dose of 0.010 g of cadmium. The cumulative Cd in the kidney and liver was 0.5680 and 0.3430ppm ($P < 0.01$) killed at intervals between initial of the experiment and two years after dosing. Concentrations of Cd in muscle tissue were relatively low, allowing its inclusion in the chemical formula to castration on heifers.

AGRADECIMENTOS

À direção do Ital-Instituto de Tecnologia de Alimentos, na pessoa de seu Diretor, Dr. Renato Sérgio Papini, que autorizou a realização das análises; ao engenheiro agrônomo Dirlei Antonio Berto, pela colaboração prestada na revisão bibliográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A. & RADOSTITS, O. M. *Veterinary medicine*. 5. ed. London, Baillière Tindall, 1981. p. 976.
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 8. ed. Piracicaba, SP, Ceres, 1978. 430 p.
- JACOBS, R. M.; FOX, B. E. & HARLAN, B. F. The effect of a two-day exposure to dietary cadmium in the concentration of elements in duodenal tissue of Japanese quail. In: HOEKSTRA, J.; SUTTIE, J. W.; GANTHER, H. E. & MERTZ, W. *Trace element metabolism in animals-2: proceedings*. Baltimore, MD, University Parks Press, 1974. p. 684.
- MILLS, C. F. & DALGARNO, A. C. Cooper and zinc status of ewes and lambs receiving increased dietary concentrations of cadmium. *Nature*, London, 239 (5368):171-3, Sept. 1972.
- OSTERTAG, J. & KREUZER, W. Cadmium contents in kidneys, liver, muscles and feed of slaughter pigs under various feeding regimes. *Arch. Lebensmittelhyg.*, München, 31(2):57-64, 1980.
- PETERSEN, U. & VEMMER, H. Studies on the effects of increasing cadmium doses on the performance of fattening pigs and on retention of cadmium in several tissues. 1. Performance of animals and slaughter results. *Landwirtsch. Forsch.*, Bundesallee, 32(3):292-302, 1979.
- RADI, S. A. & POND, W. C. Effect of dietary cadmium on fate of parenterally administered ⁵⁹Fe in weanling pig. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, CALIF, 19(5):695-701, May, 1979.
- SHARMA, R. P. & VERMA, M. P. Metal-binding proteins in bovine and porcine hepatic and renal tissues: isolation and characterization. *Am. J. Vet. Res.*, Schaumburg, ILL, 41(4):548-51, Apr. 1980.
- SASSER, L. B. & JARBOE, G. E. Intestinal absorption and retention of cadmium in neonatal pigs compared to rats and guinea pigs. *J. Nutr.*, Bethesda, MD, 110 (8):1641-7, Aug. 1980.
- VEMMER, H. & PETERSEN, V. Studies on the effects of increasing cadmium doses on the performance of fattening pigs and on the retention of cadmium in several tissues. 2. Cadmium residues in several tissues. *Landwirtsch. Forsch.*, Bundesallee, 32(3):303-15, 1980.