

Abanico Agroforestal. Janeiro-Dezembro 2020; 2:1-11. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2020.2>
Artigo Original. Recebido: 16/06/2019. Aceito: 15/01/2020. Publicado: 15/02/2020.

Determinação de minerais no fígado e sangue de ovelhas alimentadas com altas doses de mistura de excrementos de aves com outro material (pollinaza) por períodos prolongados

Determination of minerals in liver and blood of sheep fed with high poultry manure doses for prolonged periods

Peña-Parra Bladimir¹, **Duran-Puga Noe²**, **Alejo-Santiago Gelacio³**, **Escalera-Valente Francisco¹**, **Herrera-Corredor Alejandra⁴**, **Rivas-Jacobo Marco⁴**, **Martínez-González Sergio¹**, ***Ávila-Ramos Fidel⁵**

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Nayarit, México. ²Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. ³Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura. Nayarit, México. ⁴Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria. San Luis Potosí, México. ⁵Universidad de Guanajuato, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guanajuato. México. *Autor de correspondencia: Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ex Hacienda El Copal, km. 9 Carretera Irapuato-Silao, CP. 36500, Irapuato, Guanajuato. México. bladiuan73@gmail.com, noeduranpuga@yahoo.com.mx, gelacioalejo@hotmail.com, franes08@hotmail.com, alejandra.herrera@uaslp.mx, marco.rivas@uaslp.mx, sergiotopic@hotmail.com, ledif@hotmail.com.

RESUMO

O objetivo era medir os níveis de minerais no fígado e no sangue de ovelhas alimentadas com altos níveis de pollinaza (mistura de excrementos de aves com outro material). Foram considerados dois grupos experimentais, um grupo tratado (barrigas de ovelhas que consumiram pollinaza (mistura de excrementos de aves com outro material) por pelo menos três anos) e um grupo controle (cordeiros que engordam que não consumiram pollinaza (mistura de excrementos de aves com outro material)). Seis animais de cada grupo foram sacrificados aleatoriamente (n = 6), antes do sacrifício foram colhidas amostras de sangue e, posteriormente, foram colhidas amostras de tecido hepático. Os minerais analisados foram cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn). No grupo tratado, as concentrações hepáticas de Cu, Fe e Zn foram 176,23, 9,58 e 72,63 mg/L, respectivamente; enquanto no grupo controle eles eram 85,35, 13,41 e 112,0 mg/L, respectivamente. As determinações de Cu do grupo tratado foram superiores no fígado e no sangue (p < 0,05). No entanto, apesar do tempo de exposição ao consumo de pollinaza, os animais não apresentaram sinais de envenenamento por cobre, o que poderia ser condicionado pela baixa concentração do mineral nos excrementos de aves.

Palavras-chave: ovelha, minerais da saúde, cobre, ferro, zinco e pollinaza

ABSTRACT

The objective was to measure the levels of minerals in the liver and blood of sheep, fed with high levels of poultry manure. Two experimental groups were considered: a treated group (ovine bellies that consumed poultry manure for at least three years) and a control group (lambs in fattening that did not consume poultry manure). Six animals (n=6) from each group were randomly sacrificed, blood samples were collected prior to slaughter, and hepatic tissue samples were subsequently taken. The minerals analyzed were copper

(Cu), iron (Fe) and zinc (Zn). In the treated group, concentrations of Cu, Fe and Zn were 176.23, 9.58, and 72.63 mg/L, respectively. While in the treated group they were 85.35, 13.41 and 112.0 mg/L, respectively. The Cu determinations of the treated group were higher in both liver and blood ($p < 0.05$). However, in spite of the time of exposure to poultry manure consumption, the animals showed no signs of copper intoxication, which could be conditioned by the low concentration of the mineral in the poultry excreta.

Keywords: ovines, health, copper, iron, zinc, poultry manure.

INTRODUÇÃO

No México, a produção de ovinos é limitada pelos altos custos com alimentos; além disso, ovinocultura ainda é quintal; ou seja, como atividade econômica secundária (Martínez *et al.*, 2011). Esse tipo de exploração leva ao uso de resíduos industriais, como a pollinaza. México se consolida como o quinto maior produtor de frango e ovos do mundo ((SAGARPA, 2016), de modo que a produção da pollinaza é muito alta, o que o torna um resíduo potencial para a alimentação de ovinos.

O uso da pollinaza, como complemento nutricional, deve-se à facilidade de aquisição e custo moderado. Entre suas vantagens está a importante contribuição de proteínas e minerais para os animais, especialmente o fósforo disponível. Entre as desvantagens está o alto teor de cobre, que pode causar intoxicação (Castellanos, 2007). Existem recomendações para não usar a pollinaza por longos períodos ou em altas concentrações (Ríos *et al.*, 2005), para evitar a apresentação de intoxicações; no entanto, o produtor abusa do uso da pollinaza, incluindo altos níveis na dieta; pensando em alimentar seu gado melhor e mais barato, o que é contraproducente (Castellanos, 2007).

O cobre (Cu) é um oligoelemento essencial para a maioria dos processos biológicos de plantas e animais. É útil para o metabolismo normal do ferro, síntese de elastina e colágeno, produção de melanina e para a integridade do sistema nervoso central (Kimberling, 1998); é também um cofator de muitas cuproenzimas, mas é extremamente tóxico em excesso (Horn and Tumer, 1999; Mercer, 2001).

Todos os organismos vivos desenvolveram mecanismos homeostáticos altamente especializados para recrutar, transferir e eliminar o cobre; bem como neutralizar seu efeito tóxico (Dameron and Harrison, 1998; Harris, 2000; Mercer, 2001). Várias espécies de animais mostram variação em sua tolerância a aumentos nos níveis de cobre na dieta (Howell e Gooneratne, 1987).

Sem dúvida, as ovelhas são as mais suscetíveis à toxicidade crônica do cobre; No entanto, em termos de resistência à toxicidade do cobre, existem diferenças entre as raças, pois alguns autores comentam que a toxicidade do cobre ocorre com mais frequência na raça Dorper do que no Merino (Bath, 1979; Harrison *et al.*, 1987).

Por outro lado, há a questão da segurança alimentar, alguns autores ([Ríos et al., 2005](#)) comentam sobre a importância da saúde animal, principalmente na avaliação do canteiro e do esterco, como complemento alimentar animal porque os produtos que são gerados a partir desses animais serão consumidos pelo homem. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi determinar as concentrações de cobre, ferro e zinco no fígado e no sangue; bem como avaliar a saúde dos animais em uma fazenda que complementava suas ovelhas com um alto teor de pollinaza na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução deste trabalho e o cuidado com os animais, foram consideradas as diretrizes da Norma Oficial Mexicana ([NOM-062-ZOO-1995](#)): Especificações técnicas para o cuidado e uso de animais de laboratório, fazendas de gado, fazendas, centros de produção, reprodução e melhoramento.

O trabalho foi realizado na fazenda "El Refugio", localizada em Lo de García, Tepic, Nayarit. A região possui clima quente sub-úmido, chuvas de verão, temperatura média anual de 21,3 °C, precipitação média de 1152,3 mm e altitude de 915 m acima do nível do mar ([Ríos et al., 2005](#)). Havia 200 barrigas de ovelhas (grupo tratado, suplementado com pollinaza) e 30 cordeiros de engorda (grupo controle, alimentados sem pollinaza).

A pollinaza foi adquirido em uma empresa de aves da região e analisado para os minerais Cu, Fe e Zn. Os excrementos foram tratados seguindo as indicações do Padrão Oficial Mexicano ([NOM-044-ZOO-1995](#)).

Grupos experimentais

Grupo tratado: a raça dessas fêmeas foi Pelibuey/Katahdin; as idades variaram de 10 meses a 5 anos. A condição corporal ficou entre 2 e 3,5 após a classificação de [De Lucas \(2007\)](#). O manuseio das barrigas (nos últimos três anos) ocorreu em sistema de alimentação semi-escalonado, com pastejo e acesso *ad libitum* ao suplemento. Este suplemento continha 60% de pollinaza, 10 % de grão de milho, 28 % de melaço e 2 % de mistura mineral comercial para ovinos. Cada quilograma desta mistura mineral continha: cálcio (Ca) 130 g, fósforo (P) 50 g, sódio (Na) 109 g, cloro (Cl) 200 g, ferro (Fe) 4,3 g, magnésio (Mg) 10 g, Manganês (Mn) 3,3 g, minerais e o restante do farelo de trigo, melaço de cana e aroma de vegetais.

Grupo controle: a idade média desses animais foi de seis meses, da raça Pelibuey/Katahdin. Nesses animais, o sistema de produção era totalmente estável; Dessa forma, a alimentação foi contínua e consumiram uma dieta comercial baseada em grãos de milho, restolho de milho, sorgo, soja, melaço, canola e 2 % da mistura comercial de minerais para ovinos já descritos.

Sacrifício de animais

Seis animais (escolhidos aleatoriamente) de cada grupo foram sacrificados; embora no grupo tratado tenha sido tentado que os animais tivessem mais de quatro anos, com o objetivo de garantir que consumissem pollinaza por três anos.

Para realizar este trabalho e o cuidado dos animais, foram levadas em consideração as diretrizes da Norma Oficial Mexicana ([NOM-062-ZOO-1995](#)): Especificações técnicas para o cuidado e uso de animais de laboratório, fazendas de gado e fazendas, centros de produção, reprodução e melhoramento. Os animais foram abatidos seguindo as recomendações do Padrão Oficial Mexicano ([NOM-033-ZOO-1995](#)): abate humanitário de animais domésticos e selvagens.

As amostras de sangue foram coletadas antes do abate dos animais, utilizando punção venosa jugular, com agulha 21G vacutainer. O sangue obtido foi colocado em tubos heparinizados de 3 cc. Uma vez que os animais foram mortos, foram coletadas amostras de tecido hepático do lobo esquerdo. As concentrações de Cu, Fe e Zn foram determinadas; no sangue, fígado e pollinaza, por espectrofotometria de absorção atômica com a ajuda de um equipamento Spectra AA da Varian Brand.

As amostras de sangue foram analisadas com diluição 1: 1 (vol: vol), com água destilada, e a leitura foi realizada imediatamente no equipamento de absorção atômica, com a respectiva lâmpada para cada elemento. No caso de amostras de fígado e pollinaza, foi necessário um processo de digestão gradual em uma placa de digestão, iniciando a 50 °C, até atingir 250 °C, para destruição total do tecido. Concluído o processo de digestão, foi obtida uma amostra transparente e, posteriormente, foi realizada uma diluição da amostra em frascos volumétricos de 25 ml, com água destilada, e os elementos lidos no equipamento de absorção atômico. Os ácidos utilizados foram ácido nítrico com ácido perclórico e grau reativo, na proporção de 2: 1 (vol: vol) (Alcántar e Sandoval, 1999). As recomendações do MediCalc® ([MediCalc®, 2017](#)) foram usadas para conversão em unidades internacionais (de µg/dl para µmol/L).

Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva que incluiu o valor médio, o desvio padrão, mínimo e máximo. O teste de hipótese foi realizado usando o teste t-Student para amostras independentes. Essas análises foram realizadas com o programa estatístico SPSS Versão 20.0 (IBM, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores da pollinaza (mistura de excrementos de aves com outro materia)

Das amostras de pollinaza analisadas, o ferro foi o encontrado na maior concentração, seguido pelo zinco e, finalmente, pelo cobre (tabela 1). Os valores dos minerais analisados seguem a mesma tendência de apresentação descrita por [Pacheco et al. \(2003\)](#), ou seja, as concentrações de ferro são as mais altas, seguidas de zinco e finalmente cobre.

Tabela 1. Níveis minerais no pollinaza (ppm, base fresca)

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Cobre mg/L	2.06	2.75	0	6.6
Ferro mg/L	182.68	166.46	35.2	638.2
Zinco mg/L	41.38	9.142	27.7	56.6

Os valores de cobre na pollinaza (3.096 ppm) são inferiores aos publicados por [Pacheco et al. \(2003\)](#), que relataram uma média geral de 82 ppm. [Deshck et al. \(1998\)](#); encontraram valores de cobre na pollinaza, na faixa de 29,0-122,7, com uma média de 51,4; valores superiores aos encontrados neste estudo.

Sabe-se que dietas em ovelhas devem conter cobre. No entanto, há controvérsias quanto às concentrações ideais. Levando em consideração as tabelas de alimentação, eles mencionam que as ovelhas toleram até 25 ppm (NRC, 1985); [Hartmans \(1975\)](#) comentou que dietas para ovinos com mais de 15 ppm (15 mg/kg) de cobre podem causar envenenamento por esse mineral; enquanto [Plumlee \(2004\)](#) comenta que a dose tóxica começa com 30 ppm e, como normal, ela menciona 10-20 ppm. O nível de cobre administrado na presente investigação foi de 1,85 ppm (1,85 mg/kg), muito abaixo dos considerados aconselháveis.

Embora seja verdade que a concentração de cobre foi baixa, deve-se levar em consideração tanto o alto percentual de inclusão de pollinaza na dieta (60%) quanto o tempo de exposição prolongado (três anos); o que poderia causar o acúmulo de cobre no fígado.

Em relação ao percentual de inclusão de pintos, existem trabalhos que incluem níveis de 50% ([Pérez, 2004](#)), 60% ([Vivas, 2002](#)) e até 85% ([Mavimbela et al., 2000](#)), com um período máximo de exposição de 4 meses.

Os resultados, em relação ao tempo de exposição ao Cu necessário para produzir intoxicação em ovinos, são diversos ([Cantón et al., 1994](#)), uma vez que esses

pesquisadores não registraram mortalidade nos 91 dias após a alimentação com 87 ppm de Cu; enquanto outros grupos de trabalho descrevem a mortalidade aos 67 dias e até aos 30 dias de exposição ao cobre, com níveis mais baixos desse mineral na dieta (67 ppm e 60 ppm, respectivamente) (Bostwick, 1982; Zervas *et al.*, 1990).

Valores no fígado

Os resultados das concentrações de cobre, ferro e zinco, determinados no fígado, estão descritos na Tabela 2. Esta tabela mostra que o cobre e o ferro foram maiores no grupo tratado; embora apenas o cobre tenha alcançado diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Por outro lado, o zinco foi maior no grupo controle, embora sem significância estatística.

A faixa de valores de cobre hepático publicada por Underwood e Suttle (1999) é de 33,3-100 $\mu\text{mol/l}$, portanto, os valores de cobre hepático encontrados no presente trabalho, no grupo tratado e controle, podem ser considerados altos (2819,2 e 1365,6 $\mu\text{mol/l}$, respectivamente).

Tabela 2. Concentrações médias de minerais no fígado de ovelha (ppm, base fresca) que consumiram pollinaza

		N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Cobre mg/L	60 % (Tratado)	6	176.2 ^a	59.2	104.9	243.7
	0 % (Controle)	6	85.4 ^b	13.7	65.0	99.8
Ferro mg/L	60 % (Tratado)	6	72.6 ^a	30.9	26.2	111.0
	0 % (Controle)	6	112.0 ^a	70.7	48.8	239.2
Zinco mg/L	60 % (Tratado)	6	9.6 ^a	3.5	3.1	13.1
	0 % (Controle)	6	13.4 ^a	2.9	8.5	16.1

^{a,b} Literais diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Plumlee (2004), comenta que na maioria dos ruminantes o acúmulo de mais de 250 ppm de cobre no fígado é considerado tóxico. Este valor é superior ao encontrado no fígado do grupo tratado (176,2 ppm) e quase três vezes o valor do grupo controle (85,3 ppm).

Os cordeiros amostrados por Sivertsen and Løverg (2014), em seu primeiro ano de estudo (novembro, março e junho), tiveram em média um valor de 110 mg/kg em base úmida; enquanto no segundo ano, eles tiveram uma média de 114 mg/kg. Esses valores são superiores aos descritos nesta pesquisa em cordeiros com 5 meses de idade (85,35

mg/kg). Essa diferença pode ser devido ao consumo de pastagens que continham altos níveis de cobre.

Oruc *et al.* (2009) descreveram valores de 302 mg/kg em base úmida, amostras provenientes de três ovinos que morreram e que mostraram sinais de envenenamento por cobre; esses valores são quase o dobro dos ovinos que consumiram pollinaza (176,2 mg/kg)

Outro fator que poderia contribuir é a resistência racial, como Harrison *et al.* (1987) comentaram que, em relação ao metabolismo do cobre, existem diferenças genéticas entre as raças ovinas. Nesse sentido, Lewis *et al.* (1997) menciona que a raça Suffolk está particularmente em risco; enquanto Bath (1979) descobriu que a toxicidade do cobre ocorre com mais frequência na raça Dorper do que na raça Merino.

Valores sanguíneos

Os níveis de cobre, ferro e zinco, analisados no soro sanguíneo, foram maiores no grupo tratado em relação ao grupo controle: embora apenas o cobre tenha apresentado diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) (tabela 3).

Tabela 3. Valor médio dos minerais do sangue ovino (ppm, base fresca) que consumiram pollinaza

		N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Cobre mg/L	60 % (Tratado)	6	0.35 ^a	0.17	0.23	0.62
	0 % (Controle)	6	0.12 ^b	0.03	0.06	0.14
Ferro mg/L	60 % (Tratado)	6	36.25 ^a	30.91	8.90	95.20
	0 % (Controle)	6	17.40 ^a	9.88	6.50	31.40
Zinco mg/L	60 % (Tratado)	6	0.98 ^a	0.84	0.02	2.06
	0 % (Controle)	6	0.93 ^a	0.36	0.40	1.37

^{a, b} Literais diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Os resultados de ovinos que consumiram pollinaza são ligeiramente inferiores aos publicados por Mohammed *et al.* (2014), independentemente do estado fisiológico e da estação do ano. Isso pode ser devido à raça Bath, 1979; Lewis *et al.*, 1997), embora mais estudos sejam necessários para apoiar a alegação de que a raça Pelibuey é mais resistente ao envenenamento por cobre.

CONCLUSÃO

Os níveis de ferro e zinco analisados no soro e fígado do sangue do grupo tratado em relação ao grupo controle não mostraram diferença estatística. As determinações de cobre do grupo tratado foram superiores, tanto no sangue quanto no fígado; no entanto, nenhum animal apresentou sintomas de intoxicação.

LITERATURA CITADA

ALCÁNTAR GG, Sandoval VM. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, Estado de México.

BATH GF. 1979. Enzootic icterus-A form of chronic copper poisoning. *Journal of the South Africa Veterinary Association*. 50 (1): 3-14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/551182>

BOSTWICK JL. 1982. Copper toxicosis in sheep. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 180(4): 386-387. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7037721>

CANTÓN CJG, Moguel OY, Rojas RO, Sauri DR, Miranda SJ, Castellanos RAF. 1994. Estimación del daño inducido por el cobre de la pollinaza empleada en la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 32(2): 82-89.
<http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/viewFile/3651/3071>

CASTELLANOS RA. 2007. Condiciones que favorecen la intoxicación por cobre en ovinos alimentados con pollinaza. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovino. Tecnologías para ovinocultores. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO). Pp 19-20.
<http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/alimentacion/condicionesquefavorecenlaintoxicacion.pdf>

DAMERON CT, Harrison MD. 1998. Mechanism for protection against copper toxicity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 67: 1091S-1097S.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9587158>

DE LUCAS TJ. 2007. Evaluación de la condición corporal en ovejas. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovinos. Tecnologías para ovinocultores. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO). Pp. 135-140.
<http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/produccion/evaluaciondelacondicion.pdf>

DESHCK A, Abo-Shehada M, Allonby E, Givens DI, Hill R. 1998. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Animal Feed Science and Technology*. 73: 29-35. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840198001357>

HARRIS ED. 2000. Cellular copper transport and metabolism. *Annual Review of Nutrition*. 20: 291-310. <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.nutr.20.1.291>

HARRISON TJ, Van Ryssen JBJ, Barrowmen PR. 1987. The influence of breed and dietary molybdenum on the concentration of copper in tissues of sheep. *South African Journal of Animal Science*. 17: 104-110. <http://www.sasas.co.za/influence-breed-and-dietary-molybdenum-concentration-copper-tissues-sheep>

HARTMANS J. 1975. The frequency of occurrence of copper poisoning and the role of sheep concentrates in its merits enquiry. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 100: 379-382. In: Underwood EJ, Suttle NF. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. Third Edition. Wallingford: Ed. CABI Publishing. Pp. 283-342.

HORN N, Tumer Z. 1999. Molecular genetics of intracellular copper transport. *Journal of Trace Elements in Experimental Medicine*. 12: 297-313. [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1520-670X\(1999\)12:4%3C297::AID-JTRA3%3E3.0.CO;2-E/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1520-670X(1999)12:4%3C297::AID-JTRA3%3E3.0.CO;2-E/abstract)

HOWELL JM, Gooneratne SR. 1987. The pathology of the copper toxicity in animals. In: Howell JM, Gawthorne JM. (Eds), *Copper in Animals and Man*. Boca Raton, FL: C.R.C Press.

IBM CORP. Released. 2011. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0*. Armonk, NY: IBM Corp.

INEGI. 2006. Anuario estadístico del estado de Nayarit. Instituto Nacional, Estadística Geografía e Informática Gobierno del Estado de Nayarit. México. Pp. 1-31. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM18nayarit/municipios/18017a.html>

KIMBERLING CV. 1998. *Jensen and Swift's disease of sheep*. Third Edition. Philadelphia: Lea & Febiger.

LEWIS NJ, Fallah-Rad AH, Connor ML. 1997. Copper toxicity in confinement-housed ram lambs. *Canadian Veterinary Journal*. 38: 496-498. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1576804/>

MARTÍNEZ GS, Macías CH, Moreno FLA, Zepeda GJ, Espinoza MME, Figueroa MR, Ruíz FM. 2011. Economic analysis of ovine production in Nayarit, México. *Abanico Veterinario*. 1(1): 37-43. <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumenI.cgi?IDARTICULO=45596>

MAVIMBELA DT, Webb EC, Van Ryssen JBJ, Bosman MJC. 2000. Sensory characteristics of meat and composition of carcass fat from sheep fed diets containing

various levels of broiler litter. *South African Journal of Animal Science*. 30(1): 26-32. <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/3871>

MEDICALC®. 2017. <http://www.scymed.com/es/smnxtb/tbcbglv1.htm> Ultima consulta: 25 de marzo de 2017.

MERCER JFB. 2001. The molecular basis of cooper-transport diseases. *Trends in Molecular Medicine*. 7: 64-69. [http://www.cell.com/trends/molecular-medicine/abstract/S1471-4914\(01\)01920-7](http://www.cell.com/trends/molecular-medicine/abstract/S1471-4914(01)01920-7)

MOHAMMED A, Campbell M, Yousse FG. 2014. Serum Copper and Haematological Values of Sheep of Different Physiological Stages in the Dry and Wet Seasons of Central Trinidad. *Veterinary Medicine International*. 2014: 972074. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4034437/>

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-033-ZOO-1995). Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación, 7 de julio de 1995. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normatividad-en-materia-de-salud-animal>

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-044-ZOO-1995). Campaña nacional contra la influenza aviar. Diario Oficial de la Federación, 25 de julio de 1996. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normatividad-en-materia-de-salud-animal>

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-062-ZOO-1999). Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación, 18 de junio de 2001. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normatividad-en-materia-de-salud-animal>

NRC. National Research Council. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised Edition. Washington, DC: National Academic Press. Pp. 99.

ORUC HH, Cengiz M, Beskaya A. 2009. Chronic copper toxicosis in sheep following the use of copper sulfate as a fungicide on fruit trees. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 21(4): 540-543. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19564507>

PACHECO AJA, Rosciano GJL, Wilbert AVC, Alcocer VVM, Castellanos RAF. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México*. 41 (2): 197-207. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61341207>

PÉREZ E. 2004. Efecto del consumo de gallinaza sobre la química sanguínea y alteraciones hepáticas en ovinos. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 51p. En: Ríos, AL,

Combellas J, Alvarez ZR. 2005. Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootecnia Tropical*. 23(2): 183-210.

PLUMLEE K. 2004. Clinical veterinary toxicology. First Edition. St. Louis, Missouri: Ed. Mosby. Pp. 504.

RIOS AL, Combellas J, Alvarez ZR. 2005. Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootecnia Tropical*. 23(2): 183-210. <http://www.bioline.org.br/request?zt05014>

SAGARPA. SECRETARÍA de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2016. Gobierno Federal de México. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGDIC272016.aspx#> Última consulta: 12 de enero de 2017.

SIVERTSEN T, Løverg KE. 2014. Seasonal and individual variation in hepatic cooper concentrations in a flock of Norwegian Dala sheep. *Small Ruminant Research*. 116: 57-65. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092144881300299X>

UNDERWOOD EJ, Suttle NF. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. Third Edition. Wallingford: Ed. CABI Publishing. Pp. 283-342.

VIVAS L. 2002. Evaluación de la ganancia diaria de peso y posibles alteraciones en el tracto digestivo de ovinos alimentados con cama de pollo. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Pp. 51.

https://www.researchgate.net/publication/48224840_Evaluacion_de_la_ganancia_diaria_de_pe_so_y_de_posibles_alteraciones_en_el_tracto_digestivo_de_ovinos_alimentados_con_cama_de_pollos

ZERVAS G, Nikolaou E, Mantzios A. 1990. Comparative study chronic copper poisoning in lambs and young goats. *Animal Production*. 50: 497-506. <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/comparative-study-of-chronic-copper-poisoning-in-lambs-and-young-goats/98B84D4ECB306C348992C8B0062E7E91>

[Publica en las revistas Abanico. Publish in Journals Abanico.](#)