

PERDAS PRODUTIVAS CAUSADAS POR ÚLCERA GASTROESOFÁGICA EM SUÍNOS NA FASE PRÉ-ABATE – UM ESTUDO DE CASO NO MATO GROSSO DO SUL

Rita Therezinha Rolim Pietramale,
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD,
rolimpiezoo@gmail.com

Clandio Favarini Ruviano,
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD,
clandioruviano@ufgd.edu.br

Ari Fernando Grando Júnior,
Consultor técnico comercial – Agrocere/BR,
ari.grando@agrocere.com

Jean Kaique Valentim,
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD,
kaique.tim@hotmail.com

Orlando Filipe Costa Marques,
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD,
orlandozootec@gmail.com

RESUMO

Sendo a suinocultura uma atividade importante para o agronegócio mundial e brasileiro, é imprescindível que haja controle nutricional e das perdas produtivas por doenças. Entre essas doenças impactantes cita-se a Úlcera Gastroesofágica (UGE). O presente trabalho objetivou reunir informações científicas sobre as causas já encontradas na literatura relacionado a UGE expondo e, ainda analisar lotes de produção de suínos para abate, identificando se há correlação entre a conversão alimentar, a ocorrência de UGE e o índice de mortalidade. A metodologia utilizada foi a de pesquisa bibliográfica e de campo, através de relatórios de desempenho oriundos de um frigorífico abatedouro da região estudada. Os indicadores estudados foram Ganho de Peso Diário (GPD), Conversão Alimentar (CA) e as mortalidades totais e por UGE. Quando se buscou por trabalhos que correlacionaram os indicadores de desempenho como GPD, CA, Mortalidade Total e Mortalidade por UGE, a quantidade de trabalhos foi quase zero. Não foram observadas fortes correlações entre a CA e a mortalidade por UGE e entre a CA e a mortalidade total. Supõe-se que muitas vezes os animais morrem pela ação de microrganismos patogênicos sendo que na verdade a causa real foi a ação de outra doença, como é o caso da UGE.

Palavras-chave: Suinocultura industrial; Alimentação animal; Lesões gástricas.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura uma das atividades mais importantes para a economia brasileira, devido a geração de empregos e proporcionar fonte de renda é possível perceber um aumento expressivo de produção pecuária dentro desta cadeia de produção de alimentos. Os sistemas intensivos de produção de suínos, que realizam confinamento e controle de índices produtivos, costumam ser alvo de estudos sobre desempenho de produção baseando-se na alimentação e seu resultado. Esses estudos se justificam devido a busca por melhores indicadores produtivos e aumento de produção para que se atenda a demanda mundial sobre o crescimento populacional e a necessidade de alimentos de origem animal (FAO, 2019).

Com a alta demanda a busca pelo aumento de produtividade dentro da suinocultura industrial foi acompanhada pelo uso de técnicas de melhoramento genético, viabilizando assim aumento de animais por área produtiva e exigindo atenção especial com a saúde dos rebanhos. O aumento da concentração animal por área exigiu novas formas de fornecimento de ração, agora, na maior parte da vida do animal, na forma seca, favorecendo o aparecimento de doenças e conseqüentemente prejuízos que impactam negativamente a produtividade. Dentre essas perdas pode-se citar aumento da mortalidade desde o nascimento até a fase de abate, aumento da conversão alimentar (CA) entre outros, e com isso aumento nos gastos com medicamentos e manejo, aumentando a demanda financeira além de comprometimento da qualidade do produto final, a carne (MAGALHÃES & MAGALHÃES, 2017).

Devido a grande importância da suinocultura para o agronegócio mundial e brasileiro, é imprescindível que haja um alto controle nutricional bem como das doenças que acometem os animais e conseqüentemente traz perdas de produtividade. Entre essas doenças de impacto na produção encontramos a Úlcera Gastroesofágica (UGE).

Celi et al. (2017) explicam que a perfeita funcionalidade do aparelho gastrointestinal determina o desempenho do animal em qualquer fase em que ele se insere, e por isso é imprescindível aumentar o conhecimento sobre os males que possam vir afetar a sanidade do trato gastrointestinal (TGI) como os causados pela UGE.

Devido ao impacto causado pela úlcera gástrica na suinocultura industrial, o presente trabalho objetivou reunir informações científicas sobre as causas já encontradas na literatura relacionado a UGE expondo bibliometricamente a produção científica sobre o tema e, ainda analisar lotes de produção de suínos para abate, identificando se há correlação entre a conversão

alimentar, a ocorrência de UGE e os índices de mortalidade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Jühlich (2016) até 2016 ainda existiam poucos estudos que definissem algumas causas de mortes de suínos durante o período pré-abate. Pesquisas feitas no Canadá e Estados Unidos demonstraram que a insuficiência cardiorrespiratória é uma das principais causas de mortalidade no pré-abate (ZURBRIGG et al. (2015).

Porém ainda considerando afirmações de Reed-Leiting e Worthington (2011); Jühlich (2016) a úlcera gástrica vem como um fator secundário nas causas de mortes no pré-abate, entretanto ela é incidente e expressiva durante a vida do animal.

Na produção intensiva de suínos é comum encontrar causas de mortes ou do baixo ganho de peso dos animais provocadas pela úlcera gástrica, principalmente quando estes se encontram em fases de crescimento rápido e fases reprodutivas (MARCHINI et al, 2017).

Devido a busca pelo aumento da produtividade, o tema saúde gastrointestinal tem se tornado importante para a comunidade científica. As pesquisas tem buscado entender como ela pode ser controlada como seus efeitos podem ser analisados relacionando-os com ganho em produção do animal e como a indústria de nutrição este trabalhando para investigar melhores formas de suprir as necessidades da genética cada vez mais apurada sem que haja problemas gástricos (CELI et al., 2017). Com a presença de índices cada vez mais significativos de perda de produção causados por UGE os cientistas têm se questionado sobre se os limites fisiológicos e genéticos dos animais atingiram o nível máximo (Kogut e Arsenault, 2016).

Muchonga et al. (2017) afirmam que os primeiros casos de UGE foram observados na década de 1940 e desde então vários estudos foram realizados na tentativa de definir se há alguma relação como sexo e a idade dos animais acometidos pela doença, e nenhuma conclusão pôde ser afirmada com certeza, apesar de ser uma doença mais incidente em porcas destinadas a reprodução do que em cevados.

A UGE é multifatorial e considerada uma das principais doenças que causam mortes súbitas nos animais adultos em idade de abate e na fase reprodutiva, principalmente em sistemas intensivos de produção (SILVEIRA et al, 2016). As lesões causadas por úlceras gástricas nos suídeos atingem mais a região do estômago denominada *pars oesophagia* que fica localizada no quadrilátero esofágico onde não há glândulas secretórias e também onde há maior

sensibilidade. Essas lesões são classificadas em 4 graus, sendo os graus 3 e 4 capazes de causar a morte súbita (VOGT et al, 2015).

Segundo Guedes et al. (2014); Jühlich (2016) a UGE caracteriza-se por uma paraquetose inicial acompanhada de lesões e fissuras erosivas na parede da mucosa hiperqueratótica e paraqueratótica e hemorragias, e em casos mais graves pode aparecer a ruptura do tecido da parede estomacal. Alguns autores como Sobestiansky e Kiechöfer supuseram em 2012 que fatores estressantes como ambientais, nutricionais, genéticos, arrazoamento falho (jejuns prolongados) e alguns manejos triviais possam estar associados às causas da úlcera gástrica esofágica. Estes mesmos autores afirmaram a relação da UGE com a granulometria abaixo de 500 micrômetros ou peletizadas como possíveis causadores da doença. Quanto aos fatores nutricionais Guedes et al. (2014) asseguram que o aparecimento da UGE possa ser resultado de um excesso de nutrientes como cobre, amido, ácidos graxos poli-insaturados e a falta de fontes proteicas.

Sobestiansky e Kiechöfer em 2012 apresentaram como formas de manifestação da doença a **superaguda, aguda, subaguda e crônica** (figuras I, II, III e IV), sendo a primeira onde os animais aparentemente sadios morrem subitamente, a segunda eles apresentam alguns sintomas como perda de apetite, fraqueza e principalmente hipotermia, a terceira os animais demonstram anorexia, fezes secas e escuras e o quadro evolui lentamente até a morte e, a quarta onde apresentam perda de peso progressivo, fezes hemorrágicas e morte, e em todas as formas a evolução apresenta-se com hemorragias internas e conseqüentemente a morte.

Outra causa citada é a bactéria *Helicobacter suis* que, segundo Silveira et al. (2014), pode estar relacionada ao aparecimento da UGE, por ser um microrganismo bastante frequente no rebanho suíno, ocasionando em queda no ganho de peso e perdas econômicas na produção.

Para que haja um melhor desempenho no ganho de peso dos suínos de produção o tamanho das partículas dos alimentos foram fortemente diminuídos e distribuídos secos para os animais. Isso deveria melhorar o desempenho dos animais, pois com partículas menores melhora a digestibilidade dos alimentos disponibilizando mais nutrientes da ração (DALLA COSTA et al., 2008). Porém a granulometria mais fina acabou afetando de forma negativa a sanidade do aparelho gástrico, aumentando os índices de UGE e prejudicando de forma drástica a produtividade do rebanho, visto que os sintomas só são percebidos quando o animal já está em estado avançado da doença (VUKMIROVIĆ et al., 2017). Por outro lado, estes mesmos autores afirmam que partículas maiores que 1600 micrometros (μ) podem também afetar de

forma negativa o aparelho gastroesofágico do animal, pois numa revisão literária feita por eles foi encontrado que o tamanho das partículas da ração menores que 500μ e maiores que 1600μ podem prejudicar o processo de digestivo do animal pois oferece riscos de lesões na mucosa da região aglandular do aparelho gastroesofágico.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a de pesquisa bibliográfica, onde prevaleceu o uso de artigos científicos advindos de revistas científicas e técnicas e publicações de resultados de campo feitas por empresas e instituições privadas. Assim foram utilizadas as bases de dados *Google Scholar*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science* e, utilizou-se de descritores específicos, como “impactos na suinocultura industrial”, “causas de mortalidade de suínos”, “perdas produtivas na suinocultura”, “sanidade suína”, “úlceras gastroesofágicas em monogástricos”, “úlceras gastroesofágicas em suínos”.

Para a coleta de dados sobre a ocorrência da UGE nos animais foi necessário contato com um frigorífico abatedouro da região, onde foi possível a identificação dos lotes abatidos, quantidade de animais e indicadores de produtividade como CA, GPD, quantidade de animais abatidos e consumo de ração (tabela 1).

Tabela 1. Desempenho dos lotes abatidos

Qtde de animais abatidos	SD	Peso vivo	SD	Consumo médio	SD	CA	SD
(cabeças)	--	(kg)	--	(kg)	--	--	--
54.856	856,72	117,08±4,71	2,17	214,86	2,95	2,95	0,08

SD – Desvio Padrão; CA – Conversão Alimentar (sem o rendimento de carcaça).

Após verificar os indicadores de desempenho, buscou-se os indicadores de mortalidade total e mortalidade por UGE (Tabela 3). Estes indicadores são referentes aos relatórios fornecidos pelo frigorífico onde analisou-se estatisticamente se a mortalidade total estava correlacionada com a ocorrência de UGE e, se a incidência deste tinha correlação com a CA e com o GPD (Tabela 4).

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Utilizando-se dos descritores citados acima, foram encontrados 32059 artigos que os citaram em algum momento no texto. Porém quando se buscou por trabalhos que correlacionaram os indicadores de desempenho como GPD, CA, Mortalidade Total e Mortalidade por UGE, o número reduziu a quase zero. Foram encontrados trabalhos que apresentavam a UGE como uma das causas da mortalidade dos animais (MORÉS et al., 2015) além de outras causas de perdas de produção com a presença de UGE como fator secundário nos animais abatidos ou que morreram por outras causas antes do período de abate.

Tabela 2. Informações bibliométricas sobre perdas de produção na suinocultura e UGE.

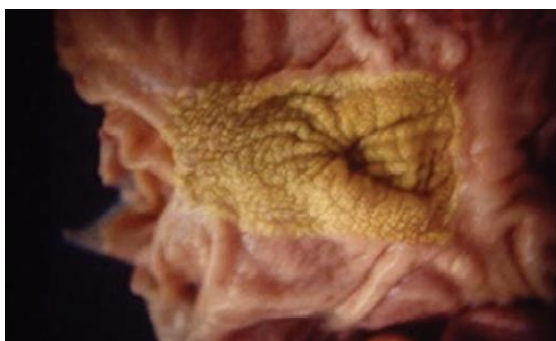
Descritores	Base pesquisada	Quantidade de trabalhos encontrados
Impactos na suinocultura industrial	<i>Google Scholar</i>	1990
Causas de mortalidade de suínos	<i>Google Scholar</i>	3200
Perdas produtivas na suinocultura	<i>Google Scholar</i>	1420
Sanidade suína	<i>Google Scholar</i>	3180
Úlceras gastroesofágicas em monogástricos	<i>Google Scholar</i>	173
Úlceras Gastroesofágica em suínos	<i>Google Scholar</i>	294
Impactos na suinocultura industrial	<i>Science Direct</i>	3070
Causas de mortalidade de suínos	<i>Science Direct</i>	3672
Perdas produtivas na suinocultura	<i>Science Direct</i>	671
Sanidade suína	<i>Science Direct</i>	8911
Úlceras gastroesofágicas em monogástricos	<i>Science Direct</i>	35
Úlcera Gastroesofágica em suínos	<i>Science Direct</i>	127
Impactos na suinocultura industrial	<i>Scopus</i>	244
Causas de mortalidade de suínos	<i>Scopus</i>	367
Perdas produtivas na suinocultura	<i>Scopus</i>	46
Sanidade suína	<i>Scopus</i>	2988
Úlceras gastroesofágicas em monogástricos	<i>Scopus</i>	0
Úlcera Gastroesofágica em suínos	<i>Scopus</i>	2
Impactos na suinocultura industrial	<i>Web of Science</i>	32

Causas de mortalidade de suínos	<i>Web of Science</i>	106
Perdas produtivas na suinocultura	<i>Web of Science</i>	7
Sanidade suína	<i>Web of Science</i>	1524
Úlceras gastroesofágicas em monogástricos	<i>Web of Science</i>	0
Úlcera Gastroesofágica em suínos	<i>Web of Science</i>	0

O período pesquisado foi de 2015 a 2019 em todas as bases citadas na tabela.

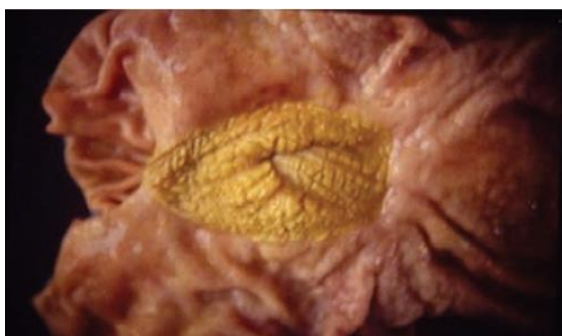
Sobre as perdas por mortalidade do lote, identificou-se que de 56.000 cabeças alojadas, 1.144 foram a óbito antes de chegar ao final da fase de engorda, considerando que o período avaliado foi a média de dias na fase, que foi de 104,17 dias por lote. Desta quantidade de mortes no período, foi identificado nos relatórios do lote abatido que 232 eram causadas por Úlcera Gastroesofágica (Tabela 3). Porém nos relatórios produtivos das unidades terminadoras em conjunto com a sua cooperativa, observou-se que cerca de 725 óbitos foram por UGE. Estes relatórios são frutos de visitas de campo realizadas por profissionais qualificados, os quais identificaram lesões similares como as das figuras I, II, III e IV.

Figura I: LESÃO SUPERAGUDA



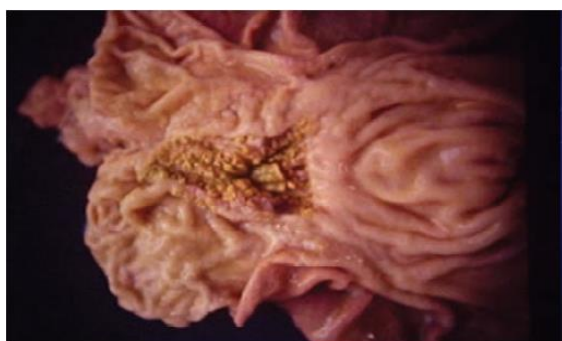
Vogt, et al., (2008).

Figura II: LESÃO AGUDA



Vogt, et al., (2008).

Figura III: LESÃO SUBAGUDA



Vogt, et al., (2008).

Figura IV: LESÃO CRÔNICA



Vogt, et al., (2008).

Além das causas primárias terem sido identificadas como a UGE, houve causas de mortes as quais poderiam ser identificadas como primárias e a UGE para as causas secundárias. Como afirmam Reed-Leiting e Worthington (2011), a úlcera gatroesofágica pode aparecer como causa secundária. Em trabalho realizado por Morés et al. (2015) foi encontrado que 98,6% dos animais abatidos apresentavam lesões pulmonares e em segundo lugar vinha as lesões por UGE com 25,4%, diferentemente deste estudo que nos animais que morreram no campo foi identificado que 31,65% apresentavam lesões de UGE e esta foi selecionada como causa

principal da morte destes animais.

Tabela 3. Indicadores de perdas do lote total abatido.

Mortalidade total (cabeças)	Mortalidade por UGE (cabeças)	Mortalidade total (%)	SD	Mortalidade por UGE (%)	SD
1.144	232	2,09	0,59	0,42	0,19

UGE – Úlcera Gastroesofágica; SD – Desvio Padrão.

Ao realizar a análise de correlação identificou-se que a correlação entre GPD e CA foi negativa, o que corrobora com Guimarães et al. (2011) que avaliaram o desempenho de suínos criados em cama sobreposta e obtiveram correlação negativa e próxima a encontrada neste estudo. A CA e o GPD se correlacionam negativamente por serem inversamente proporcionais, pois quando a CA se eleva o GPD tende a cair (GUIMARÃES et al., 2011). Porém não foram observadas fortes correlações entre a CA e a mortalidade por UGE e entre a CA e a mortalidade total (Tabela 4). Também não foram encontrados trabalhos que correlacionassem a UGE ou a mortalidade por UGE com outros indicadores.

Tabela 4. Análise de correlação.

Variáveis correlacionadas (unidade)	Correlação (%)
CA X GPD	-70,41
CA X Mort. UGE	28,17
CA X Mort. total	27,36
Qtde de animais X Mort. Total	74,33
Qtde de animais X Mort. UGE	65,79
Mort. Total X Mort. UGE	56,67

CA – Conversão Alimentar (sem o rendimento de carcaça); UGE – Úlcera Gastroesofágica.

Analisando o volume de animais abatidos em relação a mortalidade por UGE, nota-se que aproximadamente $\frac{1}{4}$ dos suínos perdidos são por esta doença. Porém Pereira et al. (2018) associaram que, além dos animais que se perde por doenças gastroentéricas mais ocorrentes como as causadas pelos microrganismos *Lawsonia intracellularis*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* e a Circovirose suína do tipo 2, existem aquelas que resultam em lesões crônicas e que deixa o animal debilitado indo a óbito por anemia ou outros males.

Muitas vezes os animais morrem pela ocorrência dos organismos citados acima, sendo que na verdade tudo começou pela debilidade causada por outra doença, como é o caso da UGE.

Ainda Pereira et al. (2018) afirmam que são estas causas secundárias de enfermidades entéricas que prejudicam a rentabilidade do produtor, pois muitos órgãos lesionados deixam de serem utilizados na fabricação de embutidos. Assim valores próximos a R\$135.746,00 de prejuízos foram identificados em um estudo de caso realizado por estes autores, isso sem contabilizar gastos com medicamentos e tratamentos extras dados aos animais enfermos.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a Úlcera Gastroesofágica não teve correlação com os indicadores de Conversão Alimentar e Ganho de Peso Diário neste estudo de caso. Porém, estudos com maiores precisões de diagnósticos de lesões gastroesofágicas são necessários para explorar o fenômeno.

Apesar do volume de animais que morreram no período de engorda ser relativamente baixo, as perdas pela UGE geram prejuízos ao produtor, principalmente pelo alto custo com tratamentos dos animais enfermos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, B. F., OYAMADA, G. C., & DA SILVA, C. M. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, 13(32), 127-145, 2015.

CELI, P., COWIESON, A. J., FRU-NJI, F., STEINERT, R. E., KLUENTER, A. M., & VERLHAC, V. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. **Animal Feed Science and Technology**, 234, 88-100, 2017.

DALLA COSTA, O. A., DA COSTA, M. J. R. P., LUDKE, J. V., COLDEBELLA, A., KICH, J. D., PELOSO, J. V., FAUCITANO, L. & DALLA ROZA, D. Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a incidência de úlcera esofágica-gástrica. **Ciência Rural**, 38(1), 199-205, 2008.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Animal production and Health, sources of meat**. 2019. Disponível em [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html] Acesso em abril de 2019.

GUEDES, R. M.; BROWN, C. C.; SEQUEIRA, J. L. **Patologia Veterinária**. São Paulo: Roca, p. 89-182, 2014.

GUIMARÃES, D. D., AMARAL, G. F., MAIA, G. B. D. S., LEMOS, M. L. F., ITO, M., &

CUSTODIO, S. **Suinocultura: Estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES.** Rio de Janeiro, n. 45, p. [85] - 136, mar. 2017.

JÜHLICH, L. M. **Causas de morte em suínos no período pré-abate.** Dissertação apresentada como requisito para obtenção de grau de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2016. Disponível [www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143013/000995951.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Acesso Janeiro de 2019.

KOGUT, M. H. & ARSENAULT, R. J. Gut health: The new paradigm in food animal production. **Frontiers in veterinary science**, v. 3, p. 71, 2016.

MCAULIFFE, G. A., TAKAHASHI, T., MOGENSEN, L., HERMANSEN, J. E., SAGE, C. L., CHAPMAN, D. V., & LEE, M. R. F. Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. **Journal of cleaner production**, 165, 1163-1173, 2017.

MAGALHÃES, M. L. & MAGALHÃES, C. F. Biosseguridade na produção de suínos. **Investigação**, v. 16, n. 1, 2017.

MARCHINI, C. F. P., MARTINS, P. M., & RABELO, R. N. Prevalence of gastric lesion in pigs. **Investigação**, 16(8), 2017.

MORÉS, M. A., OLIVEIRA FILHO, J. X., REBELATTO, R., KLEIN, C. S., BARCELLOS, D. E., COLDEBELLA, A., & MORÉS, N. Aspectos patológicos e microbiológicos das doenças respiratórias em suínos de terminação no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 35(8), 725-733, 2015.

MUSHONGA, B., YABARAGIYE, B., KANDIWA, E., HABARUGIRA, G., & SAMKANGE, A. A 3-year prospective study of the incidence of gastric ulcers in pigs slaughtered at Base Abattoir in Rwanda. **Veterinary World**, 10 (8): 873-879, 2017.

REED LEITING, D.V.M. & WORTHINGTON, M.N. Common Causes of Sudden Death in Finishing Pigs. **National Hog Farmer**, 2011.

SILVEIRA, R. L., CRUZ, A. C. M., WEBER, F. A. G. C., DEGANI, V. A. N., ABÍLIO, E. J., & CARVALHO, E. C. Q. Helicobacter infection in piglets: Immunohistochemical analysis in mucosal samples collected using gastroscopy. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 66(6), 1681-1686, 2014.

SILVEIRA, R. L., DE MENEZES CRUZ, A. C., MEDINA, R. M., DE ABREU CÂMARA FILHO, J., ABÍLIO, E. J., & DE CARVALHO, E. C. Q. Lesões pré-ulcerativas gastroesofágicas em miniporcos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, 22(3-4), 2015.

SOBESTIANSKI, J. & KIECKHÖFER, H. **Úlcera gástrica.** In: SOBESTIANSKI, J. & BARCELLOS, D. *Doenças dos suínos*. 2ª ed. Goiania: Cãnone Editorial. p. 826-834, 2012.

VOGT, F. I., BERNARDI, R. T., MOTTIN, V. D., PASSOS, D. T., LUNGE, V. R., & DE OLIVEIRA, S. J. Cultivo de Arcobacter spp a partir de Diferentes Graus de Lesões de Úlcera

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Gástrica em Suínos. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, 7(7), 2008.

VUKMIROVIĆ, Đ., ČOLOVIĆ, R., RAKITA, S., BRLEK, T., ĐURAGIĆ, O., & SOLÀ-ORIOL, D. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition—A review. **Animal Feed Science and Technology**, 233, 133-144, 2017.

ZURBRIGG, K., VAN DREUMEL, T., ROTHSCHILD, M., ALVES, D., FRIENDSHIP, R., & O’SULLIVAN, T. Pig-level risk factors for in-transit losses in swine: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, 97(3), 339-346, 2017.