

Quanto custa o estresse por calor na produção de aves e suínos?

Ambiência, desempenho, produção animal, temperatura.

Alexandre Vinhas de Souza^{1*}
Thais Oliveira Silva¹
Matheus Terra Abreu¹
Nelson Fijamo Mesquita²
Rony Antonio Ferreira³

¹ Mestrando em Zootecnia, PPGZ/DZO/UFLA, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras-MG, Brasil. *E-mail: alexandremb@hotmail.com.

² Doutorando em Zootecnia, PPGZ/DZO/UFLA, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras-MG, Brasil.

³ Professor D.Sc., Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras-MG, Brasil.

RESUMO

O objetivo desta revisão é abordar os prejuízos causados pelo estresse por calor na produção de aves e suínos bem como o impacto no desempenho dos mesmos. O ambiente térmico tem forte influência no desempenho zootécnico, constituindo um dos principais fatores de perdas produtivas em climas tropicais. Nesse sentido, variações de fatores ambientais, como luz solar, temperatura, umidade e características do metabolismo e o mecanismo de regulação térmica podem causar desequilíbrios no organismo do animal. O estresse por calor é considerado como um dos principais fatores que afeta negativamente a produção animal, visto que comprometem o consumo de ração, crescimento, composição dos produtos de origem animal, síntese de leite, fertilidade, morbidade e mortalidade. Técnicas e manejos estão sendo adotados com o propósito de minimizar o impacto do estresse por calor, de modo que esses efeitos negativos não comprometam a lucratividade da produção.

Palavras-chave: ambiência, desempenho, produção animal, temperatura.



Vol. 17, Nº 01, jan/fev de 2020

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

HOW MUCH DOES HEAT STRESS COST IN POULTRY AND SWINE PRODUCTION?

ABSTRACT

The objective of this review is to address the losses caused by heat stress in the production of poultry and pigs as well as the impact on their performance. The thermal environment has a strong influence on zootechnical performance, being one of the main factors of productive losses in tropical climates. In this sense, variations of environmental factors such as sunlight, temperature, humidity and metabolism characteristics and the mechanism of thermal regulation can cause imbalances in the animal's organism. Heat stress is considered to be one of the main factors that adversely affects animal production, since it compromises feed consumption, growth, composition of animal products, milk synthesis, fertility, morbidity and mortality. Techniques and managements are being adopted with the purpose of minimizing the impact of heat stress, so that these negative effects do not compromise the profitability of production.

Keyword: ambience, performance, animal production, temperature.

INTRODUÇÃO

O ambiente térmico influencia diretamente no desempenho zootécnico, sendo considerado um dos principais fatores de perdas produtivas em climas tropicais (NAVAS et al., 2016). Os sistemas produtivos brasileiros estão evoluindo, de forma incansável, adotando ferramentas que possam aperfeiçoar a produção de produtos de origem animal. Ao passo que a produção aumenta a busca por conhecimento e técnicas que proporcionam a máxima produtividade com menor custo se torna essencial para garantir bons resultados na produção (PONCIANO et al., 2011).

Os sistemas de criação de animal são afetados por vários fatores climáticos, mas o estresse ganhou atenção especial na produção, devido à conscientização do público e uma abundância de informações científicas disponíveis (LARA & ROSTAGNO, 2013). Variações de fatores ambientais, como luz solar, temperatura, umidade e características do metabolismo animal e o mecanismo de regulação térmica podem causar desequilíbrios no corpo do animal (LEINONEN et al., 2014).

Climas com temperaturas diárias elevadas potencializam as perdas produtivas na criação de aves e suínos (PEREIRA et al., 2010; SINHA et al., 2017). Genéticas de alto desempenho são sensíveis às altas temperaturas, fazendo com que não tenha apenas perdas produtivas, mas também econômicas em função do estresse por calor (SILVA et al., 2015). Isso acontece devido ao estresse por calor, situação a qual o animal não se encontra em conforto térmico, ou seja, situação em que o animal necessita mobilizar recursos de termorregulação para ajustar às condições ambientais. Nestas condições, o animal não tem seu máximo desempenho produtivo de acordo com o potencial genético.

Objetiva-se com essa revisão abordar os efeitos do estresse por calor na produção de aves e suínos, enfatizando os prejuízos econômicos e o impacto no desempenho zootécnico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Perdas produtivas e econômicas na avicultura de postura

A avicultura de postura é considerada hoje um dos sistemas de produção animal com maior possibilidade de tecnificação do mundo. Sistema de coleta automática, regulação de pressão de bebedouros, máquinas que definem a quantidade de alimento fornecido por hora, refrigeração por pressão negativa, controladores de gases, dentre outras melhorias. Diversas opções de tecnologia estão disponíveis, porém ainda são onerosas para os produtores, principalmente do Brasil. O resultado disso é que os investimentos em ambiência das instalações das aves ainda são escassos, tornando a atividade vulnerável ao clima e prejudicial ao bem-estar dos animais.

Sabe-se que ambiência e bem-estar são aspectos importantes para a produção avícola, sendo uma das exigências da comercialização em vários mercados internacionais. Variações climáticas representam um desafio em manter a produção, principalmente no Brasil, país de vasta extensão territorial com altas variações de temperatura.

As aves são animais homeotérmicos, são sensíveis a alterações na temperatura, prejudicando o seu bem-estar e desempenho produtivo. Recentemente a atenção dos pesquisadores tem sido voltada aos efeitos do clima sobre a resposta dos animais selecionados para alta produtividade. Uma vez que estudos nessa área ainda são escassos, a maioria dos trabalhos que trata da produção de calor de poedeiras tem mais de 20 anos e não são condizentes com os dados das poedeiras de genética atual, principalmente quando levamos em consideração o curto período de tempo que se tem para os ganhos genéticos na avicultura.

Devido às muitas perdas econômicas por calor relacionadas à produção animal é evidente a necessidade de preocupação sobre estes eventos no Brasil com a finalidade de mensurar e minimizar o seu impacto já que não se encontra na literatura dados concretos de pesquisas que relacionam impactos econômicos causados pelas perdas produtivas de ovos devido ao calor.

A produtividade de poedeiras pode ser prejudicada por diversos fatores, sendo o estresse térmico o que mais causa prejuízos, pois leva a queda na produtividade e qualidade dos ovos (MASHALY et al.

2004). Em períodos mais longos de estresse térmico, como 12 dias de temperaturas altas, uma redução na ingestão de ração de 28,58 g/ave, resulta em 28,8% de queda na produção de ovos (DROGE, 2002).

Ayo et al. (2011) descreveram que as galinhas poedeiras tiveram uma redução de 20% no consumo de ração durante o clima quente e úmido. Os autores acima registraram uma diminuição na produção de ovos e uma queda no tempo de produção.

Outros estudos observaram redução de 31,6% na conversão alimentar, 36,4% na produção de ovos e 3,4% no peso de ovo (STAR et al., 2009), 1,2% na espessura da casca e 9,9% no peso da casca (EBEID et al., 2012) em aves submetidas a estresse térmico. Avaliando poedeiras submetidas a diferentes períodos de estresse por calor (8–14 dias, 30–42 dias e 43–56 dias) houve redução na produção de 13,2%, 26,4% e 57%, respectivamente (FARNELL et al., 2001). Muitas variações são observadas nos estudos, e a constatação de impactos significativos do estresse térmico na produção e qualidade dos ovos é notável (LARA & ROSTAGNO, 2013).

Segundo o relatório anual de 2018 da Associação Brasileira de Proteína Animal foram alojadas 1.086.976 matrizes em 2017 no Brasil, tendo uma produção de 39.923.119.357 de ovos nesse mesmo ano, se levarmos em consideração um valor médio de 32% de perdas na produção, incluindo as aves que deixaram de produzir, ou as que produziram ovos que não estão no padrão para serem comercializados como ovos de casca mole, sem casca, casca trincada tem-se uma perda estimada em 12,775 bilhões de ovos perdidos em 2018 relacionados a problemas na produção causados por calor no Brasil. Se levar em consideração um valor médio para o valor da caixa de ovo (R\$/30 dúzias) do ano de 2018 tem-se R\$63,24 por 1 caixa (JOX Elaborações e análises, Avisite), resultando num montante de 35,487 milhões de caixas, algo em torno de 2,245 bilhões de reais perdidos no ano de 2018 no setor de produção de ovos devido a problemas com temperatura elevada.

O ambiente térmico em que as aves são criadas tem

grande influência no desempenho zootécnico, constituindo um dos principais fatores de perdas produtivas no Brasil, que detém climas tropicais. As perdas produtivas na avicultura, provenientes de climas com temperaturas diárias elevadas, são notavelmente grandes, pois abrangem perdas diretas e indiretas (PEREIRA et al., 2010), o que deve ser urgentemente modificado, dando a devida atenção as modificações ambientais em granjas afim de melhorar o ambiente térmico em que as aves são criadas.

Perdas produtivas e econômicas na avicultura de corte

A segurança alimentar tornou-se uma parte importante no conceito moderno de qualidade dos alimentos e, mais recentemente, a indústria avícola mundial está enfrentando a principal questão de segurança alimentar devido ao estresse térmico. Várias evidências sugerem que o estresse pode ter efeitos nocivos na segurança alimentar por meio de vários mecanismos potenciais (PAWAR et al., 2016).

Os fatores de estresse térmicos afetam negativamente a saúde e o desenvolvimento em quase todas as espécies zootécnicas. As respostas típicas dos animais ao estresse térmico incluem crescimento mais lento e inconsistente, metabolismo e composição corporal alterados, síntese de leite reduzida, baixa fertilidade, morbidade e mortalidade (JOHNSON et al., 2015).

Como os modelos climáticos preveem um aumento nas condições extremas de verão para a maioria das áreas de produção animal, os efeitos negativos do estresse térmico provavelmente se tornarão mais significativos no futuro (LUBER & McGEEHIN, 2008). Além disso, porque o aumento da produção de calor basal é uma consequência não intencional da maioria dos programas tradicionais de seleção genética, alguns sugerem que animais mais produtivos têm maior sensibilidade ao estresse térmico (NIENABER & HAHN, 2007).

Os efeitos do estresse por calor são especialmente evidentes em regiões tropicais e subtropicais, onde muitos países em desenvolvimento estão localizados (BATTISTI & NAYLOR, 2009). Apesar das práticas de manejo aprimoradas e da tecnologia de resfriamento a produtividade animal permanece com-

prometida durante os meses de verão (BAUMGARD & RHOADS, 2013).

As perdas econômicas continuam a ocorrer porque os animais estão sendo criados em regiões onde as condições ambientais estão fora da zona de conforto térmico durante o verão (St-PIERRE, 2003). Durante o estresse por calor, a eficiência é comprometida porque os nutrientes são desviados para manter a eutermia, pois a preservação de uma temperatura central segura torna-se a mais alta prioridade biológica e a síntese tecidual não é enfatizada (BAUMGARD & RHOADS, 2013).

O estresse por calor reduz o consumo de ração, o ganho de peso corporal, a eficiência reprodutiva e, em casos graves, pode causar mortalidade em espécies pecuárias (BAUMGARD & RHOADS, 2013; BOIAGO et al., 2013). O estresse térmico durante o crescimento rápido também foi associado a características indesejáveis da carne (SANDERCOCK et al., 2001). Frangos de corte machos são mais afetados pelo estresse térmico do que fêmeas. A mortalidade das aves aumenta durante o estresse térmico e é maior perto do tempo de comercialização bem como durante o transporte para centrais de processamento (ST-PIERRE, 2003).

A eficiência da síntese de produtos de origem animal é comprometida durante o calor do verão, e estima-se que um aumento de 1,0 ° C na temperatura ambiente durante os meses de verão leve a uma redução de 4,5% na produção (JOHNSON et al., 2015).

Aves comerciais modernas produzem mais calor corporal devido ao seu rápido metabolismo. Este torna as aves mais sensíveis à temperatura ambiente (FISININ & KAVTARASHVILI, 2015; PAWAR et al., 2016). Temperatura climática elevada causa efeitos na resposta comportamental, fisiológica e imunológica de frangos de corte e consequências desfavoráveis, como imunossupressão, desordem endócrina e desequilíbrio de eletrólitos, que reduz a rentabilidade (MAZZI et al., 2003; QUINTEIRO-FILHO et al., 2012; LARA & ROSTAGNO, 2013).

Sohail et al. (2012) relataram que frangos de corte

com 42 dias de idade expostos a calor crônico reduziu em 16,4% o consumo de ração, 32,6% do peso corporal e 25,6% relação de consumo

A morte durante o transporte é geralmente associada a peso das galinhas (maior peso causa maior mortalidade (CAFFREY et al., 2017). condições ambientais, o consumo de ração reduziu 28,58 g/frango/dia e 28,8% produção em galinhas poedeiras em um ensaio de 12 dias (ZHANG et al., 2017).

Segundo Macari (1996), a troca de água no organismo das aves, é tanto maior quanto menor é a ave. Isto implica no fato de que aves jovens também podem sofrer pelo calor, pois estão mais expostas à desidratação que as aves maiores. No caso da exposição a 35°C por quatro horas, pintos de sete dias perderam 12% de peso corporal, enquanto que frangos com 42 dias perderam 4 a 5% de seu peso corporal.

Bonnet et al. (1997) concluíram que a redução no ganho de peso em aves submetidas ao estresse por calor foi de 50% em relação às aves mantidas em condições de termoneutralidade, após duas semanas de exposição crônica ao calor, a ingestão de alimento diminuiu mais de 3% por cada aumento de um grau entre 22 e 32°C. Posteriormente, Plavnik & Yahav (1998) observaram em frangos uma redução progressiva do peso, de ingestão de alimento e eficiência alimentar quando foram submetidos a aumentos de temperatura ambiental.

O setor agrícola contribui com US \$ 200 bilhões anuais para a economia dos EUA e é provavelmente mais sensível e vulnerável às mudanças climáticas do que qualquer outro setor (JOHNSON et al., 2015).

O impacto econômico das doenças relacionadas ao estresse térmico é estimado em bilhões de dólares em receita perdida devido à redução da produção em quase todos os aspectos da agricultura animal. Nos Estados Unidos, estimaram perdas econômicas devido ao estresse térmico variando entre US \$ 1,7 a US \$ 2,4 bilhões anualmente. Na indústria avícola esse valor estimado em US \$ 128 a US \$ 165 milhões anualmente (ST-PIERRE, 2003).

Em estudo Kapetanov et al. (2015) avaliara, ao longo

do período de vários anos nos distritos de Bačka do Sul e Srem o desempenho de um lote de frangos criados no período de verão, e encontraram uma perda econômica em de 15.39% causadas pelo estresse por calor.

No Brasil não existem estudos evidenciando as perdas econômicas causadas pelo estresse por calor na produção de aves. Por outro lado, os dados de desempenho esclarecem muito a respeito dos potenciais prejuízos que o estresse por calor pode causar a cadeia de produção avícola.

Perdas produtivas e econômicas na suinocultura

A temperatura do planeta terra está subindo a uma taxa excessiva e a frequência das ondas de calor está aumentando (NOAA, 2018). Além disso, decorrente a intensificação e ao aumento na produtividade dos suínos, houve um incremento no calor metabólico o que torna os animais mais suscetíveis. Dessa forma, com o estresse por calor os desafios para garantir a produtividade e a saúde dos suínos estão aumentando cada vez mais (BROWN-BRANDL et al., 2014).

O estresse por calor tem um alto impacto econômico porque afeta diretamente a suinocultura, principalmente porque causa baixo desempenho das porcas, o que gera perdas de US \$ 113 milhões/ano. Isso ocorre decorrente do baixo peso ao desmame, e uma redução de peso na fase de crescimento e terminação sendo em torno de 2 a 2,7 kg/suíno, além de elevada taxa de mortalidade, que varia entre 1,1 a 1,6% (PONTE, 2018). Existem outros problemas gerados pelo estresse por calor, como por exemplo, a infertilidade, que apesar de ser atribuída a outros fatores, é associada principalmente a temperaturas ambientais elevadas, afetando negativamente o consumo durante a lactação (LOVE, 1981; VIROLAINEN, 2006). Isso porque o mecanismo mais eficaz para reduzir a produção de calor é diminuir o consumo de ração. Contudo, tem sido relatado que a queda na ingestão de ração é mais acentuada à medida que o peso corporal aumenta. Suínos de 60-100 kg de peso corporal criados no sudeste do Brasil durante o verão tiveram uma taxa de crescimento reduzida em torno de 15% em comparação com suínos criados durante o inverno (PONTE, 2018).

As perdas econômicas devido ao estresse térmico por calor na indústria suína dos Estados Unidos em 2016 foram estimadas em US \$ 316 milhões por ano (LANKVELD, 2016). Porém, estima-se atualmente, que o custo anual do estresse por calor na produção é de US \$ 900 milhões, destacando aumento proeminente. Desse total, cerca de US \$ 450 milhões são decorrentes da fase de crescimento e cerca de US \$ 450 milhões do restante do plantel (WILSON, 2019).

O estresse por calor tem um impacto em todas as categorias de animais: tem um impacto negativo sobre a produção de leite em porcas, sobre o desempenho, impacta também no crescimento e na terminação, traduzindo-se em prejuízos econômicos. Estudos mostram impacto em torno de 20-25% na produção de leite e, posteriormente no desempenho de leitões, refletindo também sobre a qualidade da carcaça (SILVA, 2018). Verifica-se que situações de estresse por calor tem muita influência sobre o estado de desempenho, saúde e bem-estar dos animais e devido a impactos futuros do aquecimento global que continuarão aumentando, serão necessárias medidas de adaptação adequadas (MIKOVITS, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse por calor na produção de aves e suínos deve ser analisado criteriosamente, de modo que, tenha total controle sobre ele, minimizando as perdas na produção. Do ponto de vista técnico, o estresse por calor é um dos principais impasses na produção animal. Como demonstrado, os prejuízos econômicos causados na produção são elevados, prejudicando a lucratividade dos produtores, os quais necessitam investir em equipamentos e novas tecnologias para amenizar esse problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYO, J.O., OBIDI, J.A., REKWOT, P I., 2011. Effects of Heat Stress on the Well-Being, Fertility, and Hatchability of Chickens in the Northern Guinea Savannah Zone of Nigeria: A Review. *Vet. Sci.* 2011, 1–11.

- BATTISTI, D.S.; NAYLOR, R. L. Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat. **SCIENCE**, v. 323, 2009.
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P., JR. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annu Rev Anim Biosci**, v. 1, p. 311-37, 2013.
- BOIAGO, M.M.; BORBA, H.; SOUZA, P.A.; SCATOLINI, A.M.; FERRARI, F.B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 1, p. 241-247, 2013.
- BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M., et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.76, n.6, p.857-863, 1997.
- BROWN-BRANDL, T. M., M. D. HAYES, H. Xin, J. A. NIENABER, H. LI, R. A. EIGENBERG, J. P. STINN.T. Shepherd. Heat and moisture production of modern swine. **ASHRAE**. 120:469-489, 2014.
- CAFFREY, N.P., DOHOO, I.R., COCKRAM, M.S. Factors Affecting Mortality Risk during Transportation of Broiler Chickens for Slaughter in Atlantic Canada. **Prevent. Vet. Med.** 147, 199-208, 2017.
- DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiol. Rev.** 82, 47-95, 2002.
- EBEID, T.A.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T.. High temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**, 91, 2282-2287, 2012.
- FARNELL, M.B.; MOORE, R.W.; MCELROY, A.P.; HARGIS, B.M.; CALDWELL, D.J. Effect of prolonged heat stress in single-comb white leghorn hens on progeny resistance to *Salmonella enteritidis* organ invasion. **Avian Dis.** 45, 479-485, 2001.
- FISININ, V.I., KAVTARASHVILI, A.S. Heat Stress in Poultry. II. Methods and Techniques for Prevention and Alleviation. **Agri. Biol.** 50, 431-443, 2015.
- JOHNSON, J. S. et al. Thermal Stress Alters Postabsorptive Metabolism During Pre- and Postnatal Development. p. 61-79, 2015.
- KAPETANOV, M. et al. Heat stress in poultry industry. **Arhiv veterinarske medicine**, Vol. 8, No. 2, 87 - 101, 2015.
- LANKVELD, ANDRÉ VAN; SCHAUMBERGER, SIMONE. How to overcome heat stress in pigs. **Revista Pig Progress**, v. 31.5, 2016.
- LARA, L. J., ROSTAGNO, M. H.. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, 3(2), 356-369, 2013.
- LEINONEN, I., WILLIAMS, A.G., KYRIAZAKIS, I. The Effects of Welfare-Enhancing System Changes on the Environmental Impacts of Broiler and Egg Production. **Poultry Science**. 93, 256-266, 2014.
- LOVE R.J. Seasonal infertility in pigs. **Vet Rec.** 1981;109:407.
- LUBER, G.; MCGEEHIN, M. Climate change and extreme heat events. **Am J Prev Med**, v. 35, n. 5, p. 429-35, Nov 2008.
- MACARI, M. Estresse de calor em aves. In: **REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38. 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 686-716.
- MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v.83, p. 889-894, 2004.
- MAZZI, C.M., FERRO, J.A., INÊS, M., FERRO, T., JOSÉ, V., SAVINO, M., AUGUSTO, A., COELHO, D., MACARI, M. Polymorphism Analysis of the hsp70 Stress Gene in Broiler Chickens (*Gallus Gallus*) of Different Breeds. **Genet. Mol. Biol.** 26, 275-28, 2003.
- MIKOVITS, C., ZOLLITSCH, W., HÖRTENHUBER, SJ et al. Impacts of global warming on confined livestock systems for growing-fattening pigs: simulation of heat stress for 1981 to 2017 in Central Europe. **Int J Biometeorol.** 63: 221, 2019.
- NAVAS, T. O. et al. Estresse por calor na produção de frangos de corte. **Nutritime**, vol. 13, nº 01, 2016.
- NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Livestock production system management responses to thermal challenges. **Int J Biometeorol**, v. 52,

- n. 2, p. 149-57,2007.
- NOAA.National Centers for Environmental Information, State of the Climate: National Climate Report for Annual, 2018.
- PAWAR, S. S. et al. Assessing and Mitigating the Impact of Heat Stress in Poultry. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 4, n. 6, p. 332-341, 2016.
- PEREIRA, D. F.; VALE, M. M.; ZEVOLLI, B. R.; SALGADO, D. D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, p. 265-271, 2010.
- PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERRAZ, G. A. S. **Análise do ambiente para frangos por meio da lógica Fuzzy: uma revisão. Archivos Zootecnia**, v.60, p.1-13. 2011.
- PONTE, V. A. Heat stress in pigs – effect on the gut. **Revista Pig Progress**, Germany, 2018.
- QUINTEIRO-FILHO, W.M., GOMES, A.V.S., PINHEIRO, M.L., RIBEIRO, A., Ferraz-de-Paula, V., Astolfi-Ferreira, C.S., Ferreira, A.J.P., Palermo-Neto, J. Heat Stress Impairs Performance and Induces Intestinal Inflammation in Broiler Chickens Infected with Salmonella Enteritidis. **Avian. Pathol.** 41, 421–427,2012.
- SANDERCOCK, D. A. et al. Acute Heat Stress-Induced Alterations in Blood Acid-Base Status and Skeletal Muscle Membrane Integrity in Broiler Chickens at Two Ages: Implications for Meat Quality. **Poultry Science**, v. 80, p. 418–425, 2001.
- SILVA, BRUNO. Heat stress in swine: a Brazilian perspective. **Lallemand animal nutrition**, Ho Chi Minh, Vietnã, 2018.
- SILVA,R.C. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 11, n. 2, p. 22-26, 2015.
- SINHA, R., Lone, S.A., RANJAN, A., RAHIM, A., DEVI, I, TIWARI, S. The impact of climate change on livestock production and reproduction: ameliorative management. **International Journal of Livestock Research.**, 7(6): 1- 8, 2017.
- SOHAIL, M.U., HUME, M.E., BYRD, J.A., NISBET, D.J., IJAZ, A., SOHAIL, A., SHABBIR, M.Z., REHMAN, H. Effect of Supplementation of Prebiotic Mannan-Oligosaccharides and Probiotic Mixture on Growth Performance of Broilers Subjected to Chronic Heat Stress **Poultry Science** 91, 2235–2240, 2012.
- STAR, L., JUUL-MADSEN, H. R., DECUYPERE, E., NIEUWLAND, M. G. B., DE VRIES REILINGH, G., VAN DEN BRAND, H., PARMENTIER, H. K.. Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. **Poultry Science**, 88(11), 2253-2261, 2009.
- St-PIERRE, N.R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **J. Dairy Sci.** 2003, 86, E52–E77. 49.
- VIROLAINEN JV. Seasonality of reproduction in gilts and sows. **Soc Reprod Fertil Suppl** 2006;62:205e18, 2006.
- WILSON, MARK. Heat stress, trace minerals and gut health. **Revista Pig Progress**, 2019.
- ZHANG, P., YAN, T., WANG, X., KUANG, S., XIAO, Y., LU, W., Bi, D. Probiotic Mixture Ameliorates Heat Stress of Laying Hens by Enhancing Intestinal Barrier Function and Improving Gut Microbiota. **Ital. J. Anim. Sci.** 16, 292–300,2017.