

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.

RESUMO

Considerado um dos grandes desafios da suinocultura nacional, o estresse térmico na espécie suína é sabidamente causa de grande impacto no sistema de produção, sobretudo nas fases de reprodução e terminação, fases estas onde este animal apresenta maior dificuldade em dissipar calor para o meio ambiente.

Como forma de minimizar o estresse térmico, diversas pesquisas na área de ambiência e instalações foram realizadas nos últimos anos, no entanto, as dificuldades técnicas e/ou financeiras no tangente aos processos de readaptações das instalações, impactam negativamente no retorno sobre o investimento. Deste modo, as alternativas encontradas pelo setor suinícola para contornar estes desafios, estão focadas em estratégias nutricionais, haja vista que, estas apresentam o melhor custo-benefício, em curto prazo.

Dentre as estratégias, o uso de ingrediente com função termorreguladora, como exemplo, a uso de pimenta (*gênero Capsicum spp*) tem se mostrado extremamente eficaz em minimizar os efeitos nocivos do estresse térmico sobre o desempenho animal. Ressalta-se ainda que, além de sua capacidade termorreguladora, a introdução deste ingrediente em dietas de suínos apresenta como vantagens adicionais o fato de promoverem melhora na palatabilidade, ação antioxidante, anti-inflamatória, analgésica e digestiva.

Palavras-chave: suínos, pimenta, termorregulação, antioxidante, anti-inflamatório, analgésico.

Extrato de pimenta (*gênero Capsicum spp*) e seus efeitos além da palatabilidade e termorregulação em suínos

Suínos, pimenta, termorregulação, antioxidante, anti-inflamatório, analgésico

Leonardo Rafael da Silva *

Rodrigo Souza

Felipe Tomazela

Felipe Dalmaso

NutriQuest : *E-mail: tecnicosuinos@nutriquest.com.br

PEPPER EXTRACT (GENUS *CAPSICUM SPP*) AND ITS EFFECTS BEYOND PALATABILITY AND THERMOREGULATION IN SWINE

ABSTRACT

Considered one of the big challenges in swine production, heat stress in this species is known to have a huge impact on the production system, especially in the reproduction and finishing phases, phases where this animal has difficulty in dissipating heat to the environment.

As a way of minimizing the heat stress, several researches in ambience area and facilities have been carried out in recent years, however, the technical and/ or financial difficulties regarding the processes of readjustment of the facilities, negatively impact the return on investment. Thus, the alternatives found by the swine sector to overcome these challenges are focused on nutritional strategies, given that they present the best cost-benefit, in the short term.

Among the strategies, the use of an ingredient with thermoregulatory function, as an example, the use of pepper (*genus Capsicum spp*) has been shown to be extremely effective in minimizing the harmful effects of heat stress on animal performance. It is also noteworthy that, in addition to its thermoregulatory capacity, the introduction of this ingredient in swine diets has the additional advantages of promoting improved palatability, antioxidante, anti-inflammatory, analgesic and digestive action.

Keyword: pigs, thermoregulation, antioxidante, anti-inflammatory, analgesic.

INTRODUÇÃO

Considerada uma atividade altamente dinâmica, a suinocultura brasileira prima pela busca constante por tecnologias capazes de conciliar o aumento em produção de uma forma sustentável e exigências do mercado consumidor. Este conceito da cadeia suinícola brasileira, vem de encontro às projeções da Food and Agriculture Organization of the United Nations _FAO (2009), a qual já projetou a necessidade de incremento de produção de alimentos até 2050. Ainda de acordo com a FAO (2009), o grande entrave na produção de alimentos se dará em virtude de limitações territoriais, de modo que, o aumento da produção por si só não será capaz de suprir tamanha demanda, o que torna necessário o emprego de novas tecnologias capazes de promover aumento de produtividade.

Em se tratando de produção de proteína de origem animal, o Brasil é considerado o 4º maior produtor e exportador carne suína (EMBRAPA, 2022), e como tal, necessita buscar alternativas capazes de atender de forma sustentável essa maior necessidade de produção. Melhorias no que tange manejo, sanidade, genética e alimentação se tornaram uma busca incessante por parte dos meios de pesquisa, no entanto, por muito tempo se negligenciou o papel exercido pela ambiência em processos de produção.

O suíno é um animal extremamente sensível ao clima, e particularmente no território brasileiro, este pode ser um ponto chave para incrementar os diversos parâmetros produtividade nas diferentes fases de produção. Na fase de reprodução, por exemplo, o clima pode afetar não somente o consumo de ração das matrizes suínas, o que resulta em redução na taxa de parto, nascidos totais, nascidos vivos, leitões desmamados, peso do leitão ao nascimento e desmame e no percentual de mortalidade de fêmeas. Nas fases subsequentes de produção (creche, crescimento e terminação), o principal efeito do clima, diz respeito a depressão no consumo de ração, o que impacta diretamente no ganho de peso dos animais.

Vale ressaltar que, a dificuldade dos suínos em dissipar calor para o ambiente ocorre não somente devido às características fisiológicas do animal, mas também pelas características climáticas de cada re-

gião, aliada a instalações construídas com baixo critério técnico na área de ambiência para minimizar o estresse térmico.

Diante o exposto, a busca por uma melhora no quesito ambiência das instalações suinícolas deve ser motivo de novas pesquisas na área de produção animal, no entanto, diante as dificuldades técnicas e/ou financeiras no que tange os processos de readequações de instalações, as melhoras em produtividades advindas destas poderão ocorrer somente em longo prazo. Em curto prazo, estratégias nutricionais podem e devem ser empregadas como forma de minimizar o estresse calórico em animais de produção.

Dentre as diversas alternativas nutricionais propostas pelos nutricionistas, uma que vem ganhando destaque é a utilização de ingredientes com capacidade termorreguladora, como exemplo, a uso de pimenta.

AMBIENTE TÉRMICO:

Considerado um fator extremamente impactante no sistema de produção de suínos, o estresse térmico ocorre na maioria das criações de suínos no Brasil. Este processo pode ocorrer em maior ou menor intensidade em função das diferentes regiões climáticas (equatorial, tropical e subtropical), tipos de instalações, grau de investimentos em ambiência e genética dos animais (Neste último quesito, a introdução desses novos genótipos aumenta a preocupação com o ambiente térmico onde os suínos serão alojados, pois essas linhagens modernas tendem a apresentar maior deposição de carne magra, o que é associado a maior produção de calor metabólico, tornando-as mais sensíveis ao calor tropical (WHITE et al., 2008).

O correto entendimento de que as exigências nutricionais dos animais podem ser influenciadas pela fase de desenvolvimento do animal, pelo nível de consumo de ração, pela concentração de nutrientes da dieta e pelo ambiente térmico ao qual o animal é submetido (National Research Council – NRC, 1998) se faz necessário para compreender a interação nutrição e ambiente. Diversos autores (PAIANO et al., 2007). Collin et al. (2001), Kerr et al. (2003) e Manno et al. (2006) relatam que altas temperaturas são associadas à redução do desem-

penho zootécnico dos animais devido à diminuição do consumo de ração e ao custo energético necessário para realizar a dissipação do calor.

Em termos práticos, vários autores descrevem o ambiente térmico em faixas de temperatura, faixas estas onde os animais apresentam melhor desempenho zootécnico. De uma maneira geral a literatura cita o limite crítico de temperatura máxima em torno de 24°C para machos reprodutores e porcas em gestação (considerando a umidade relativa entre 70-80%) e para leitões do nascimento até o final da fase de creche a temperatura de conforto deve variar de 32 a 24°C (EMBRAPA, 2003). Orlando et al. (2007) descreveram como faixa ideal de temperatura no conforto térmico para suínos em fase de crescimento, de 16 a 24°C. De acordo com Kiefer et al. (2010), a temperatura proposta como ideal para suínos em fase de terminação é de 18 a 23°C. Outro ponto de grande impacto no processo produtivo é a umidade relativa, sendo que esta deve estar entre 70 a 80%, conforme apresentado por Tolon (2010).

Vale ressaltar que, as respostas termoregulatórias dos suínos, no que tange à aclimatação ao clima, sobretudo ao calor ocorre durante toda a vida do animal e incluem processos que vão desde alterações na taxa metabólica, alterações nos sistemas cardiovasculares e respiratório, alterações peso de órgãos, alterações na resposta vasomotora, mudanças no comportamento (social e/ou alimentar) e na fisiologia dos animais. Renaudeau et al. (2010) demonstraram que o tempo total para aclimatação térmica pode levar várias semanas e varia de acordo com a magnitude do desafio de temperatura.

TERMORREGULAÇÃO EM SUÍNOS:

A temperatura é um dos principais complicadores do processo de produção de suínos. Considerados como animais homeotérmicos, os suínos possuem um sistema de controle da homeostase, que é acionado quando o ambiente externo apresenta situações desfavoráveis (FERREIRA, 2000).

O controle da homeostase corporal ocorre através de termo-receptores periféricos e por mecanismos neurais, os quais atuam de modo a promover a ativação de agentes específicos (FERREIRA, 2000),

o que incluem processos que vão desde alterações na taxa metabólica, alterações nos sistemas cardiovasculares e respiratório, alterações na resposta vasomotora, alterações peso de órgãos, mudanças no comportamento (social e/ou alimentar) e na fisiologia dos animais (BARROS et al., 2010).

A título de exemplo, quando os suínos são submetidos a situações de estresse por calor, estes encontram bastante dificuldade ao se adaptar ao ambiente (RODRIGUES et al., 2010) devido à baixa habilidade em dissiparem calor.

O primeiro sinal visível de animais submetidos a estresse por calor é o aumento da frequência respiratória, haja vista que, os suínos apresentam como principal característica a baixa habilidade em dissipar calor através da pele, poucas glândulas sudoríparas funcionais, uma capa de tecido adiposo subcutânea, além de apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas. Diversos estudos demonstram que, quando a temperatura ambiente se aproxima de 30°C, o suíno diminui a produção de calor corporal através do aumento da frequência respiratória, na tentativa de atingir a termorregulação corpórea (COLLIN et al., 2001). A título de curiosidade, a frequência respiratória normal dos suínos em situação de conforto térmico oscila entre 15 a 25 movimentos por minutos (RADOSTITS et al., 2002) e em situação de estresse por calor, esta pode atingir valores acima de 40 movimentos por minuto (ROZEBOOM, SEE, FLOWERS, 2000).

A temperatura da pele (a qual é aferida através da temperatura retal) dos suínos também sofre importante alteração em processos de estresse por calor. No estresse por calor, a pele dos suínos tem a sua temperatura elevada devido a um aumento da circulação do sangue para regiões periféricas do corpo, como forma de aumentar a dissipação sensível de calor para o ambiente (WILLIAMS, 2009). A temperatura corporal (retal) é o resultado entre a energia térmica produzida e a dissipada, sendo que, um aumento desta última significa que o animal, não está conseguindo dissipar calor suficiente (SANTOS et al., 2006). Geralmente, a temperatura retal nos suínos situa-se entre 38,5 e 39°C, apresentando variações dentro das diferentes categorias (SOUZA,

2004). Na espécie suína, quando sua temperatura retal atinge 44°C eles entram em um quadro de hipertermia, podendo levar a morte.

Embora visualmente não perceptíveis, os suínos apresentam ainda outras estratégias na tentativa de manter a termorregulação corpórea, como por exemplo, alterações no perfil hormonal e no peso de órgãos.

De acordo com Ferreira (2000), a atividade da tireoide dos animais pode ser alterada quando os animais são expostos a temperaturas em desacordo com o preconizado, sendo que, quando os expostos ao ambiente quente, observa-se uma diminuição no metabolismo e no frio, aumento da taxa metabólica. Alguns estudos indicam ainda que, em monogástricos a motilidade do trato gastrointestinal é reduzida pelo hipotireoidismo e aumentada pela administração de hormônios da tireoide. Tal fato evidencia que a mudança na atividade da tireoide, por causa da exposição do animal às diferentes temperaturas ambientais, pode estar associada à mudança da motilidade intestinal, o que influencia a taxa de passagem da digesta resulta em alteração na digestibilidade dos nutrientes da ração (FERREIRA, 2008).

Além das adaptações fisiológicas citadas anteriormente, outro componente que também é utilizado para indicação do estado de estresse dos animais é o peso dos órgãos. A redução do peso dos órgãos causada pela temperatura elevada constitui, provavelmente, um ajuste fisiológico dos animais na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno (ORLANDO et al., 2007).

ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS

Os suínos são animais homeotérmicos e, portanto, mantêm uma temperatura relativamente constante, ajustando o calor produzido no metabolismo com o calor ganho do ambiente. Quando são mantidos em ambiente cuja temperatura está dentro da zona de termoneutralidade a produção de calor é relativamente estável, por outro lado, quando alojados em temperaturas críticas inferior ou superior, estes necessitam gastar energia para aquecer ou resfriar o corpo, respectivamente.

A temperatura ambiente, o consumo alimentar e ener-

gético e o desempenho estão intimamente interligados. Esta interação é de grande importância na formulação de dietas para suínos, nas diferentes estações do ano e localização geográfica, ou ainda, para a combinação econômica ótima entre nutrição e temperatura ambiente (SAKOMURA et al., 1993).

Em razão da dificuldade em controlar a perda de calor, o animal modifica a produção de calor metabólico. A resposta imediata dos suínos ao estresse por altas temperaturas consiste na redução do consumo voluntário e atividade física (NIENABER et al., 1996), o que representa um esforço do organismo para reduzir a produção de calor.

O menor consumo de ração determina uma redução nas taxas de ganho de peso, o que pode resultar em grande impacto econômico devido ao maior tempo necessário para atingir o peso ao abate. Rinaldo et al. (2000), realizou um estudo no intuito de avaliar o efeito de diferentes temperaturas e umidades relativa (UR) sobre o desempenho zootécnico de suínos em fase de terminação. Neste estudo, os animais foram submetidos as seguintes situações climáticas: 20,0 °C e 75% de UR; 24,6° C e 84% de UR; 27,3° C e 82% de UR. O resultado desta pesquisa aponta uma piora significativa no consumo de ração (2253 kg/dia, 2154 kg/dia e 1971 kg/dia, respectivamente), redução no ganho de peso (1,020 kg/ dia, 0,980 kg/ dia e 0,939 kg/dia, respectivamente) e aumento dias para abate (92 dias, 92 dias e 102 dias, respectivamente).

O aumento da temperatura ambiente está correlacionado com peso vivo dos animais, sendo que, quanto mais pesados forem os suínos mais afetados serão em decorrência das altas temperaturas. Pesquisas demonstram (QUINIQU et al., 2000) existir uma relação direta entre temperatura, consumo de ração e peso vivo.

Van Milgen et al. (1998) relatam em seus estudos a diminuição no peso do trato gastrointestinal e das vísceras, uma vez que estas são responsáveis por uma parcela significativa do calor produzido pelo animal. Ao comparar ambiente classificado em termoneutro e quente, observou-se redução de peso de fígado (1,78 kg e 1,55 kg, respectivamente), coração (0,370 kg e 0,360 kg, respectivamente), rins (0,390 kg e 0,330 kg, respectivamente), intestino

delgado (1,520 kg e 1,130 kg, respectivamente).

Como forma de amenizar os problemas do estresse calórico pela dieta, estratégias nutricionais são cada vez mais utilizadas nos sistemas de produção de suínos. Dentre as estratégias utilizadas, tem-se os ajustes dos níveis proteicos e/ou energéticos, ajustes na relação proteína/energia, suplementação de aminoácidos sintéticos e o correto balanço na introdução de alimentos fibrosos às dietas para suínos.

O calor produzido a partir do metabolismo dos diferentes nutrientes da ração produzem diferentes quantidades de calor, de forma que, algumas simples manipulações nas rações dos suínos podem resultar numa redução da quantidade de seu calor metabólico (MUIRHEAD, 1993). Calor metabólico ou Incremento Calórico (IC) é representado pelo aumento da produção de calor após o consumo do alimento pelo animal. Em termos práticos, o IC pode ser conceituado como sendo o calor da fermentação e a energia gasta no processo digestivo, assim como o calor de produção resultante do metabolismo dos nutrientes.

Como se sabe, o IC aumenta com a quantidade de alimento consumido e é inversamente relacionado com a concentração energética da dieta (Holmes & Close, 1977), sendo que o aumento da fibra das dietas proporciona altas taxa de IC (STAHLY et al., 1981) e dietas contendo óleos e ou gorduras proporcionam baixo incremento calórico (JUS, 1982). O IC varia dentre os diferentes nutrientes e, desta forma, podemos destacar a contribuição de cada ingrediente nos processos metabólicos, sendo que os lipídios respondem por aproximadamente 9%, os carboidratos 17%, as proteínas 26% e uma ração completa pode apresentar de 10 a 40% (CHURCH & POND, 1982). De acordo com Lusk (1931), este alto poder de IC das proteínas é devido principalmente às séries de complexas reações metabólicas características do metabolismo dos aminoácidos.

Recentemente, o uso de aditivos nutricionais com finalidades termorreguladoras passou a integrar as dietas dos suínos. Dentre os aditivos, destaca-se o

uso de pimenta, em especial as provenientes do gênero *Capsicum*, nome este proveniente do grego Kapto, que significa “morder/picar” (REIFSCHNEIDER, 2000), sendo este termo associado nesta interpretação devido a picância pelo consumo das pimentas.

PIMENTAS DO GÊNERO *Capsicum*

Com expressiva importância econômica e social para o agronegócio mundial, as pimentas destacam-se, em grande parte, devido ao seu alto aproveitamento na culinária para temperos (PINTO et al., 2013). Estes autores citam ainda o fato de as pimentas constituírem como fonte de matéria-prima para extração de corantes, aromatizantes e oleorresinas, conferirem sabor e aumentar a estabilidade oxidativa dos lipídios em diversos alimentos.

Nutricionalmente, as pimentas destacam-se devido a sua capacidade de atuarem como antioxidantes naturais e serem ricas em vitamina C, carotenoides (atividade de provitamina A), vitamina E, vitaminas do complexo B, além de compostos fenólicos (PINTO et al., 2013; GIUFFRIDA et al., 2013).

Corriqueiramente, quando se menciona o uso de pimenta em rações de suínos, a pungência ou ardor das mesmas vem a mente dos nutricionistas, no entanto, este ingrediente apresenta muitas outras características, como citado anteriormente. A picância das pimentas deve-se a presença de compostos químicos chamados de capsaicinóides (MANIRAKIZA, COVACI & SCHEPENS, 2003).

Capsaicinóides são compostos químicos alcaloides, e estes são responsáveis por estimularem as terminações nervosas, os químio-receptoras na pele e, principalmente as membranas das mucosas. Estes compostos são únicos no reino Plantae e restringem-se ao gênero *Capsicum* (NARASINHA et al., 2006).

Segundo Tewksbury & Nabhan (2001), existem 14 compostos químicos classificados com capsaicinóides, no entanto, os de maiores relevâncias são a capsaicina, a dihidrocapsaicina e a nordihidrocapsaicina. A capsaicina e a dihidrocapsaicina, compreendem cerca de 80 a 90% do conteúdo total de capsaicinóides, sendo estas res-

ponsáveis por gerar a típica sensação de ardor no meio da boca e no palato, bem como na garganta e na parte posterior da língua (SURH et al., 2002; PAULA et al., 2017).

A capsaicina é o princípio ativo que explica as propriedades farmacêuticas das plantas (NWOKEM et al., 2010) e tem sido usado como analgésico contra dor e a inflamação da artrite (DEAL et al., 1991), por exemplo.

➤ MECANISMO DE AÇÃO DOS CAPSAICINÓIDES NA ATIVAÇÃO DO TRPV1

Os capsaicinóides causam uma sensação de queimação quando entram em contato com as membranas mucosas. As sensações ardentes e dolorosas associadas aos capsaicinóides resultam de sua interação química com os neurônios sensoriais, no que leva a ativação dos TRP (receptor potencial transitório).

Dentre os canais tidos como TRP, o TRPV1 é o canal mais estudado até o presente momento, sendo este ativado por compostos vanilóides como a capsaicina, por exemplo. O TRPV1 pode ser ativado por vários estímulos, incluindo temperatura, pH e uma ampla faixa de compostos endógenos e exógenos (seu principal ligante exógeno é a capsaicina).

Os efeitos benéficos da capsaicina na nocicepção foram identificados antes da descoberta do canal TRPV1 (FRIAS & MERIGUI, 2016). O TRPV1 foi clonado em 1997 a partir de uma biblioteca de DNA complementar (cDNA) isolado a partir dos neurônios nociceptivos estimulados pela capsaicina e pela temperatura (CATERINA et al., 1997). A caracterização subsequente do TRPV1 revelou seu papel fundamental na nocicepção. Devido à sua importância nesses processos fisiológicos, vários compostos foram desenvolvidos para modular a atividade do TRPV1, a fim de eliminar ou reduzir a dor (GONZÁLEZ-RAMIREZ et al., 2017).

O TRPV1 está amplamente presente no cérebro, desde o córtex frontal, passando pelos gânglios da base até o cerebelo (SZALLASI & MARZO, 2000), o que torna a importância deste canal muito além de percepção de calor.

➤ REGULAÇÃO DA ATIVIDADE DO TRPV1

Em condições normais, apenas temperaturas próximas a 42° C ativam o TRPV1, mas esse limiar térmico diminui para 35 a 37°C após a acidificação do meio (TOMINAGA et al., 1998). Esse fenômeno é muito importante durante a inflamação, porque esta condição diminui drasticamente o pH (até um pH de 6,4) e ativa rapidamente o TRPV1 (GONZALEZ-RAMIREZ et al., 2017).

Quando uma lesão de pele é produzida, uma grande variedade de moléculas pró-inflamatórias é liberada, como bradicinina, prostaglandinas, leucotrienos, serotonina, histamina, substância P, tromboxanos, fator ativador de plaquetas, adenosina e ATP, prótons e radicais livres (GONZALES-RAMIREZ et al., 2017). Em geral, esses mediadores sensibilizam o TRPV1, aumentando a probabilidade de um estímulo ativar o TRPV1.

➤ AÇÃO ANTIOXIDANTE

As pimentas além de conter nutrientes, contém também uma série de substâncias com propriedades antioxidantes que podem intervir sobre o curso de doenças, contribuindo assim para a saúde. Dentre tais compostos pode-se destacar: ácido ascórbico, capsaicinóides, tocoferol e carotenóides, substâncias estas, que possuem efeitos importantes na proteção contra danos oxidativo causado pelos radicais livres (OGISO et al., 2008). Segundo Melo et al. (2011) a atividade antioxidante das pimentas não está relacionada apenas com o teor de compostos fenólicos, mas também com a quantidade de capsaicinóides encontrados.

➤ AÇÃO ANTI-INFLAMATÓRIA

Com crescente interesse em alternativas em agentes anti-inflamatórios não esteroidais no manejo da inflamação crônica, ou uso de abordagens baseadas em alimentos está surgindo (SRINIVASAN, 2016). Diversos estudos *in vitro* e *in vivo* demonstram o potencial anti-inflamatório da capsaicina. Joe e Lokeh (1997) estudaram o efeito da capsaicina sobre ratos, e seu uso reduziu a gravidade da inflamação das patas e adiou o aparecimento de edema também nas patas dos ratos, edemas estes induzidos por adjuvantes. Ainda neste trabalho, a capsaicina inibiu a formação de metabólitos do arquidonato (leucotrienos) e aumentou a secreção de enzimas

lisossomais (elastase, colagenase e hialuronidase por macrófagos).

➤ **AÇÃO ANALGÉSICA**

O efeito analgésico da capsaicina pode ser considerado uma das principais propriedades farmacêuticas estudadas e comprovadas. A capsaicina é um dos principais agonistas do receptor TRPV1 (Transient receptor potential, subfamília V, membro 1) causam analgesia por uma série de mecanismos propostos como dessensibilização, pela disfunção do nociceptor, depleção de neuropeptídeos, e destruição dos terminais simpáticos que expressam o TRPV1 (SCHUMACHER et al., 2010).

Deal (1991) e McCarthy & McCarthy (1991) avaliaram a aplicação tópica de creme contendo capsaicina (0,025% e 0,075%, respectivamente) em pacientes com osteoartrite e artrite reumatoide. Estas aplicações foram consideradas pelos autores alternativas eficazes e seguras aos analgésicos empregados em medicações sistêmicas que são frequentemente associados a potenciais efeitos colaterais.

➤ **AÇÃO NA DIGESTÃO E NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA**

Para o processo de digestão ocorrer adequadamente no trato gastrointestinal do animal, é necessária a presença de enzimas para hidrolisar substratos específicos.

A capsaicina, componente ativo das pimentas do gênero *Capsicum spp.*, tem-se mostrado eficiente em estimular a produção de amilase (através do aumento da salivação), lipase, protease (principalmente tripsina e quimiotripsina) e dissacaridasas (principalmente sacarase e maltase) (PLATEL & SRINIVASAN, 1996) e aumentar a secreção de enzimas pancreáticas e intestinais em animais não ruminantes (BRUGALLI, 2003), promovendo, conseqüentemente, redução na viscosidade intestinal e melhorando o processo digestivo.

Estes achados estão de acordo com diversos pesquisadores, os quais avaliaram a ação estimulante digestiva das especiarias. Srinivasan

(2016) demonstrou a ação estimulante do uso de capsaicina é exercida através da estimulação do fígado para produzir e secretar bile (substância rica em ácidos biliares), a qual desempenha papel muito importante na digestão e absorção de gorduras. Segundo (PLATEL & SRINIVASAN, 2001) a ingestão dietética de capsaicina estimulou significativamente as atividades enzimáticas, sobretudo a secreção biliar, sendo que este estímulo resultando em uma redução significativa na duração da taxa passagem do alimento pelo trato gastrointestinal.

➤ **AÇÃO NO CONTROLE DE ÚLCERAS GÁSTRICAS**

O trato gastrointestinal (TGI) possui rede neural integrativa própria, sistema entérico, que controla músculos lisos, vasos sanguíneos e glândulas (RIOS, 2009). No TGI chegam fibras parassimpáticas, que são em sua maioria colinérgicas e excitatórias, embora algumas sejam inibitórias (RIOS, 2009). As fibras simpáticas que chegam inervam diretamente vasos sanguíneos, musculo liso e algumas células glandulares, onde inibem a secreção de acetilcolina (ACh) (RIOS, 2009).

A capsaicina age sobre os neurônios sensoriais estimulando os receptores de membrana, predominantemente receptores TRPV1, liberando neuropeptídeos tais como substância P e peptídeo relacionado ao gene da calcitonina (CGRP). Baixas doses de capsaicina estimulam os nervos sensoriais primários pela abertura de canais de cátions não seletivos complexados com receptores vanilóides, resultando em liberação local de neurotransmissores como CGRP e substância P (REN et al., 1993), ou seja funciona como potente gastroproteror, estimulando a microcirculação gástrica. Porém em altas doses, ela se torna neurotóxica, destrói seletivamente as terminações neurais das fibras C resultando em uma inativação dos nervos sensoriais e perda dos reflexos nos quais estes nervos estão envolvidos (EVANGELHISTA, 2006), diminuindo níveis plasmáticos e teciduais de CGRP (DEMBISNSKI et al., 2005).

Em vista de sua natureza irritante e provavelmente secretor de ácido, as pessiias com úlcera estavam

sendo aconselhadas a evitar o consumo de pimenta vermelha (SRINIVASAN, 2016). No entanto, estudos demonstram que a capsaicina da pimenta não é a causa da formação de úlcera, mas sim ajuda a preveni-la. Estudos detalhados revelam que a capsaicina, não estimula, mas inibe a secreção ácida, estimula as secreções alcalinas e mucosas e o fluxo sanguíneo da mucosa gástrica que ajuda a eliminar o ácido do estômago, prevenindo e curando as úlceras (SATYANARAYANA, 2006). A capsaicina atua estimulando os neurônios aferentes no estômago e sinaliza proteção contra agentes causadores de lesões (SRINIVASAN, 2016).

O uso de capsaicina inibe especificamente o crescimento de *Helicobacter pylori*, que segundo López-Carrilho et al. (2003) é uma das principais causas de úlcera gástrica. Um dos principais mecanismos de proteção gástrica das pimentas e da capsaicina pode ocorrer associado ao aumento na produção de muco gástrico (PINTO et al., 2013). A ação digestiva dá-se por meio da capsaicina, que estimula as enzimas responsáveis pela digestão ou de secreção de bile (MANARA et al., 2009). A capsaicina também inibe a liberação de gastrina e estimula a da somatostatina, o inibidor fisiológico da secreção ácida (SRINIVASAN, 2016).

➤ AÇÃO NA ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES

Estudos demonstram que algumas especiarias introduzidas nas dietas de suínos apresentam como características o fato de poderem alterar a estrutura e as características de permeabilidade intestinal. Sabendo dessa premissa, Prakash & Srinivasan (2012) promoveram uma série de estudos para avaliar se a capsaicina teria influência ou não na absorção intestinal de ferro, zinco e cálcio, em ratos pré-alimentados durante 8 semanas. A avaliação quanto a absorção destes minerais foi realizada *in vitro*, e estes autores concluíram que animais alimentados com dietas contendo capsaicina teriam sim alterações no tangente permeabilidade intestinal, aumentando a superfície de absorção e, assim, aumentam a absorção intestinal de micronutrientes.

Segundo Veda & Srinivasan (2009) a característica de aumento da absorção intestinal também pode ser empregada para o β -caroteno. Em um estudo com ratos, conduzido para avaliar a influência de compostos

de especiarias na absorção de β -caroteno administrado oralmente e a sua conversão em vitamina A, o β -caroteno hepático aumentou significativamente em ratos alimentados com capsaicina, sugerindo uma melhor absorção do β -caroteno.

CONCLUSÃO

Diante o exposto, conclui-se que o uso de pimenta (*gênero Capsicum spp.*) em dietas de suínos promove não somente uma melhora na palatabilidade e/ou processos relacionados a termorregulação dos animais, mas também ganhos em produtividade devido a sua ação como antioxidante, anti-inflamatória, digestiva e no controle de úlceras gástricas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, P. C. et al. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 7, n. 3, p. 1248-1253, 2010.
- COLLIN, A. et al. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 1849- 1857, 2001a.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Central de Inteligência de Aves e Suínos**, 2022. Disponível em Estatísticas | Mundo | Suínos - Portal Embrapa. Acessado em 03 nov 2022.
- FERREIRA, R. A. Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos. 2000. Disponível em: . Acesso em: 01 nov. 2022.
- FRIAS, B.; MERIGHI, A. Capsaicin, Nociception and Pain. **LID** – 10.3390/molecules21060797[doi] **LID** – E797[pii].n. 1420-3049 (Eletronic), Ghosh S, May MJ and Koop EB: NF-kappa B and Rel proteins: evolutionarily conserved mediators of immune response. *AnnuRev Immunol* 16:225-260, 1998.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2009. Disponível em: . Acesso em: 01 nov. 2022.
- GONZALEZ-RAMIREZ, R. et al. TRP Channels and Pain. In: EMIR, T. L. R. Ed. **Source Neurobiology of TRP Channels**. 2. ed. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2017. Chapter 8.

- HOLMES, C.W. & CLOSE, W.H. **Nutr. Climatic. Environ.**, 1977.
- KERR, B. J. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organweights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1998-2007, 2003.
- KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.
- MANNO, M. C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.
- NIENABER, J.G. **ASAE**, 30:1772, 1987.
- ORLANDO, U. A. D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em dietas para leitões dos 60 aos 100 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1069-1075, 2007.
- PAIANO, D. et al. Comportamento de suínos alojados em baias de piso parcialmente ripado ou com lâmina d'água. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 345-351, 2007.
- RADOSTITS, O. M. et al. Exame clínico e diagnóstico em veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- RENAUDEAU, D. et al. Effect of temperature on thermal acclimation in growing pigs estimated using a nonlinear function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 3715-3724, 2010.
- RINALDO et al. **Livest. Prod. Sci.** 66:223-234, 2000.
- RODRIGUES, N. E. B. et al. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 7, n. 2, p. 1197-1211, 2010.
- ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. Coping with seasonal infertility in the herd: part I. 2000.
- SANTOS, J. R. S. et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- STAHLY, T.S. et al. **J. Anim. Sci.** 49:1242, 1979.
- SATYANARAYANA, M. N. Capsaicin and gastric ulcers. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 46, n. 275-328, 2006.
- SRINIVASAN, K. Biological Activities of Red Pepper (*Capsicum annum*) and Its Pungent Principle Capsaicin: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** V. 56, n. 9, p. 1488-1500, 2016.
- Szallasi A, Di Marzo V. New perspectives on enigmatic vanilloid receptors. **Trends Neurosci.** 2000;23:491-497.
- TOLON, Y. B. et al. Ambiência térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2010.
- VAN MILGEN et al. **Br. J. Nutr.** 79:1, 1998
- WHITE, H.M., et al. Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1789-1798, 2008.
- WILLIAMS, A. M. Effects of heat stress on reproduction and productivity of primiparous sows and their piglets performance. 2009. 136 p. Thesis (Master of Science) - University of Missouri, Columbia, 2009.