



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DANIEL CARNEVALE DE ALMEIDA MORAES

**CAPSAICINA PARA FÊMEAS SUÍNAS EM FASE FINAL DE
GESTAÇÃO E LACTAÇÃO**

Londrina
2020

DANIEL CARNEVALE DE ALMEIDA MORAES

**CAPSAICINA PARA FÊMEAS SUÍNAS EM FASE FINAL DE
GESTAÇÃO E LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M827 Moraes, Daniel Carnevale de Almeida .
Capsaicina para fêmeas suínas em fase final de gestação e lactação / Daniel
Carnevale de Almeida Moraes. - Londrina, 2020.
75 f.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Pimenta - Tese. 2. Maternidade - Tese. 3. Leitões - Tese. 4. Extratos de
plantas - Tese. I. Abércio da Silva, Prof. Dr. Caio . II. Universidade Estadual de
Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal. III. Título.

CDU 619

DANIEL CARNEVALE DE ALMEIDA MORAES

**CAPSAICINA PARA FÊMEAS SUÍNAS EM FASE FINAL DE
GESTAÇÃO E LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Cleandro Pazinato Dias
Akei Animal Research

Prof. Dr. Rafael Humberto de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de fevereiro de 2020.

Dedico este trabalho a Deus,
a minha esposa Raquel, que me
inspira muito e me dá muita força,
aos meus pais, Hedinei e Elvira,
e toda a minha família.

AGRADECIMENTOS

A sensação de escrever essa parte é fantástica, pois a sensação de superar cada desafio, cada viagem, o maior sentimento é de gratidão.

Primeiramente agradeço à Deus pois tem me ajudado até aqui, com todo amor incondicional, por permitir que consiga dar mais esse passo marcante na minha vida, junto com todas as pessoas que estiveram ao meu lado.

A minha amada esposa Raquel, minha parceira, por andar ao meu lado em todos os momentos, desde as primeiras conversas antes de iniciar o mestrado até cada viagem para Londrina, onde ela sempre me apoiou incondicionalmente, e me motivou principalmente nos momentos mais corridos e difíceis. Muito obrigado por estar ao meu lado! Te amo muito!

Aos meus pais Hedinei e Elvira, pois eles me apoiaram desde antes da graduação, sempre me incentivaram a estudar, me aconselhando, me apoiando mesmo que à distância, amo vocês!

A minha irmã Débora e meus sobrinhos Filipe e Suzana, que mesmo longe, estão presentes na minha vida e me dão muita força e amor. Amo vocês.

A minha sogra Vilma, pelas idas a Brasília, nossas boas conversas, conselhos e apoio, e também ao meu sogro Roberto Ito por sempre estar preocupado nas ligações durante final de semana ou dias a noite.

Ao meu orientador e professor Caio, que desde o início me encorajou de forma incrível, e desafiou a fazer o mestrado mesmo a distância e trabalhando, e que esteve presente e pronto a me orientar em todos os momentos, não somente pela referência profissional, mas sobretudo pela grande referência pessoal, pela parceria e compreensão em todos os momentos que precisei, e me apoiou a cursar o mestrado mesmo trabalhando. Muito obrigado professor!.

Ao Eduardo Raele (Dú), grande parceiro e amigo que me ajudou desde o início, e pela oportunidade de realizar este projeto, ajudar no projeto, e todas as vezes que foi preciso esteve ao meu lado, pronto a me ajudar, meu muito obrigado Dú, você é um cara que admiro muito!

A empresa NutriQuest TechnoFeed que deu todo o apoio para a realização do experimento, empresa que tem investido em inovação e sustentabilidade na

produção animal.

Muito obrigado a Gabriela Nagi, que foi minha grande parceira de experimento e boas histórias na granja durante o experimento, que trabalhou firme e forte, e mesmo cansada e ainda no final de ano (em pleno mês de dezembro), me ajudou e foi incrível.

A granja Alkroma por permitir a possibilidade de realizar o experimento, aos funcionários da granja, em especial a Alessandra, Márcio e Osni, que nos apoiaram e auxiliaram no experimento, contribuindo para que pudesse ser bem executado.

Aos professores Amauri e Alice Alfieri, que foram meus orientadores e amigos/pais na graduação, contribuíram muito na minha formação, e sem dúvida fizeram muita diferença na minha formação acadêmica e pessoal, meus sentimentos com vocês é de extrema gratidão.

Ao Laboratório de Virologia da UEL, a Elis que sempre me apoiou e me ensinou, as boas conversas com a Noemi, a Juliana (Jú) desde época da graduação me dando conselhos, puxões de orelha, e dessa vez realizando as análises (muito obrigado Jú), e todas pessoas que convivi no Laboratório, pois aprendi muito com vocês, sou grato a vocês.

Ao meu ex- chefe Eduardo Okuda, que permitiu e apoiou iniciar o mestrado enquanto estava na Bonasa Alimentos, e ao meu atual chefe na Mastervet, Rogério Assis, que me contratou sabendo que estava no mestrado, e apoiou minhas idas e vindas com grande flexibilidade na agenda, facilitando conciliar os compromissos de trabalho e mestrado.

A professora Ana Maria Bridi e ao professor Alexandre Oba por compor a banca de qualificação, que contribuíram muito para a evolução do trabalho. E ao professor Cleandro Pazinato Dias e ao professor Rafael Humberto de Carvalho pelas grandes contribuições na banca de defesa, onde podemos evoluir ainda mais o trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a Helenice que foi super prestativa em cada e-mail, e nas idas e vindas na sala dela nos intervalos de aula (para aproveitar o tempo precioso na UEL), e agradecer também ao Programa de Pós Graduação da UEL, coordenadores da Pós (professora Ana Paula em 2018, e agora o professor João Luis), pela grande oportunidade de cursar com grandes professores, amigos, e a todos, pois me ensinaram muito.

“Assim, fixamos os olhos, não naquilo que se vê, mas no que não se vê, pois o que se vê é transitório, mas o que não se vê é eterno”
II Coríntios 4:10

MORAES, Daniel Carnevale de Almeida. **Capsaicina para fêmeas suínas em fase final de gestação e lactação**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

A capsaicina é um alcalóide reconhecidamente utilizado como aromatizante e palatabilizante, efeitos que podem incrementar o consumo de ração em matrizes suínas em fase de lactação, sobretudo em condições de estresse térmico, exercendo adicionalmente atividades antioxidantes e imunoestimulantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de um produto a base de capsaicina sobre o consumo de ração de matrizes suínas, a imunomodulação e as repercussões sobre a performance da leitegada e o controle dos quadros diarreicos dos leitões. Foram utilizadas 132 fêmeas gestantes e lactantes e suas respectivas leitegadas, 66 de cada grupo, submetidas a dois tratamentos: controle (dieta isenta de capsaicina) e teste (4g de capsaicina por matriz/dia). As matrizes foram tratadas entre os 95 dias de gestação e os 21 dias de lactação. Foram avaliadas a espessura de toucinho, consumo de ração na fase de lactação, produção de colostro, concentração de IgG no colostro, performance reprodutiva da matriz, desempenho dos leitões e ocorrência de diarreia. Matrizes que receberam capsaicina apresentaram maior consumo de ração (+0.69kg/dia durante a lactação), níveis mais elevados de IgG no colostro (153,80 *versus* 185,75mg/mL), proporcionaram ganhos de peso da leitegada 11.22% superiores em relação ao controle, com ganhos de peso individuais dos leitões superiores a 5.24% ($P<0,05$), e efetiva ($P<0,05$) redução da frequência de diarreia dos leitões. A capsaicina é um aditivo com potenciais efeitos na performance da matriz, com influências positivas sobre a saúde e o desempenho dos leitões lactentes.

Palavras-chave: Pimenta. Maternidade. Leitões. Extratos de plantas. Diarreia.

MORAES, Daniel Carnevale de Almeida. **Capsaicin for sows in the final stages of gestation and lactation**. 2020. 74 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Capsaicin is a recognized alkaloid to be used as a flavoring and palatability agent, effects that can increase feed intake in swine in the farrowing, especially under conditions of thermal stress, additionally exercising antioxidant and immunostimulant activities. The objective of this work was to evaluate the effects of a capsaicin-based product on the feed intake of sows, immunomodulation and the repercussions on litter performance and control of piglet diarrheal conditions. 132 pregnant and lactating sows and their respective litters were used, 66 from each group, submitted to two treatments: control (capsaicin-free diet) and test (4g of capsaicin per ma/ day). The sows were treated between 95 days of gestation and 21 days of lactation. Backfat thickness, feed intake during lactation, colostrum production, IgG concentration in colostrum, reproductive performance of the sow, piglet performance and diarrhea were evaluated. Swine females that received capsaicin had higher feed intake (+0.69kg/day during lactation), higher levels of IgG in colostrum (153.80 versus 185.75mg/mL), provided litter weight gains 11.22% higher in compared to control, with individual piglet weight gains greater than 5.24% ($P < 0.05$), and effective ($P < 0.05$) reduction in the frequency of piglet diarrhea. Capsaicin is an additive with potential effects on the performance of the sow, with positive influences on the health and performance of the suckling piglets.

Keywords: Pepper. Farrowing. Piglets. Plant extracts. Diarrhea.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estrutura química da capsaicina	23
Figura 2	Transdução de sinal de dor a estimulação do nociceptor por dano tecidual (b) Sinais detectados por alguns membros da família TRPV	24
Figura 3	Mecanismo de ativação do receptor TRPV1 pela capsaicina	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais diarreias em granja na fase de maternidade.....	19
ARTIGO		
Tabela 1	Valores de Temperatura e Umidade Relativa do ar nas unidades de gestação e lactação durante as semanas experimentais	44
Tabela 2	Composição centesimal e valores energéticos e nutricionais das dietas utilizadas no experimento.	45
Tabela 3	Espessura de Toucinho (ET) de matrizes submetidas ou não à capsaicina nos diferentes períodos avaliados.....	47
Tabela 4	Valores de ingestão de colostro e, ganho diário de peso (GPD) dos leitões nas primeiras 24 horas pós nascimento, e valores de IgG de acordo com os tratamentos experimentais.....	47
Tabela 5	Desempenho reprodutivo e dos leitões de acordo com os tratamentos experimentais.	48
Tabela 6	Escore de frequência de diarreia de leitegadas de matrizes suplementadas ou não com capsaicina	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IgA	Imunoglobulina A
IgG	Imunoglobulina G
TRPV1	Potencial Receptor Transiente do Vanilóide

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	A FÊMEA SUÍNA NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO.....	15
2.2	LEITÃO: DO NASCIMENTO AO DESMAME	17
2.3	ANTIBIÓTICOS	20
2.4	A CAPSAICINA.....	21
	REFERÊNCIAS	29
3	OBJETIVOS	38
3.1	OBJETIVO GERAL	38
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
4	ARTIGO – CAPSAICINA PARA FÊMEAS EM FASE FINAL DE GESTAÇÃO E LACTAÇÃO	39
	ANEXOS	59
	ANEXO A - Protocolo de Experimento Animal	60
	ANEXO B - Normas da Revista Animal	61

1 INTRODUÇÃO

As mudanças nos métodos de produção nas últimas duas décadas, principalmente com a adoção de sistemas de criação cada vez mais intensivos, aumentaram a pressão de infecção e os níveis de estresse para os animais, fazendo com que o uso de antimicrobianos se tornasse essencial neste modelo de produção animal (BARCELLOS et al., 2012).

Os antimicrobianos, na condição de promotores de crescimento, exercem esta função por meio da regulação da microbiota intestinal que, por sua vez, repercute direta e indiretamente na qualidade do epitélio intestinal, melhorando a disponibilidade e a absorção de nutrientes, reduzindo as demandas metabólicas e incrementando as funções imunológicas do trato gastrintestinal (MORÉS, 2014).

No entanto, a preocupação crescente de que o uso de concentrações subterapêuticas dos antibióticos nas dietas de animais de produção resulte no surgimento de microrganismos resistentes, com riscos à saúde humana (SILVA, 2000), levou a restrição desta conduta, que tem se generalizado em todo o mundo, iniciando-se com a União Europeia que afastou os antimicrobianos promotores de crescimento em janeiro de 2006 (GAGGIÀ et al., 2010).

Embora não seja comum a utilização de antibióticos na fase de gestação e maternidade como promotores de crescimento, os antibióticos podem ser utilizados com concentrações terapêuticas ou subterapêuticas para as fêmeas suínas recém paridas, as quais influenciam a colonização primária do intestino neonatal e pela microbiota ambiental no momento do parto, onde já foi observado que amostras de leitões recém-nascidos indicaram transmissão vertical das bactérias resistentes (CHEN et al., 2018; BUROW et al., 2019).

Portanto, é necessário buscar alternativas para minimizar o impacto da retirada dos antimicrobianos de suínos, pois a má absorção de nutrientes representa um ônus econômico, além de fonte de desequilíbrio na microflora microbiana e na saúde intestinal do animal, abrindo portas para diarreias e outras enfermidades intestinais (METZLER et al., 2008).

Neste sentido, uma série de aditivos denominados alternativos vêm ocupando esta lacuna, com destaque aos probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, enzimas e os extratos vegetais (COSTA et al., 2007).

Os extratos vegetais são metabólitos secundários de plantas que podem ser obtidos diretamente ou sintetizados quimicamente e são de grande interesse para uso como aditivo alimentar (GREATHEAD, 2003), pois, possuem ações antioxidante, antibacteriana e moduladora do sistema imune (LEE et al., 2004; KHAN et al., 2014).

Dos muitos extratos de plantas conhecidos, a capsaicina, obtida da pimenta (*Capsicum spp*), tem reconhecidos benefícios também na saúde humana, como seu efeito gastroprotetor (MÓZSIK et al., 2005), e atividade antioxidante, principalmente devido a presença de compostos fenólicos, teor de vitamina C e capsaicinóides totais (MATERSKA; PERUCKA, 2005; FARHOUDI et al., 2019).

Na suinocultura tem sido observado cada vez mais um maior número de leitões nascidos, aumentando as físicas da matriz suína, com maior chance de leitões fracos e maior probabilidade de mortes. Na fase de maternidade, um setor onde as fêmeas e leitões encontram grandes desafios, tem se buscado alternativas para melhor desempenho dirigido a manejos de granja que possibilitem melhor bem estar animal. Dentro deste contexto, a capsaicina pode ser uma possibilidade para reduzir alguns desafios, tais como melhora na imunidade dos leitões e maior produção de leite (RANGSTRUP-CHRISTENSEN et al., 2018).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos da capsaicina em alta dosagem nas fêmeas em fase final gestação e período de lactação e suas respectivas leitegadas em um sítio de maternidade com desafio sanitário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FÊMEA SUÍNA NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO

A suinocultura apresentou ganhos significativos de produtividade, principalmente no número de leitões nascidos e de desmamados/fêmea/ano, evoluindo para número superiores a 30 leitões desmamados (WENTZ et al., 2010). Destaca-se em 2017 uma granja comercial no Brasil que atingiu a cifra de 36,17 desmamados (AGRINESS, 2018).

Esse aumento de produtividade da suinocultura representa um desafio às fêmeas suínas. Um maior número de desmamados aumenta os requerimentos nutricionais e as estratégias de alimentação das matrizes (YANG et al., 2009), em especial na fase de lactação onde, segundo Bergsma et al. (2009), 65% da energia metabolizável consumida e/ou de reservas corporais da matriz é direcionada para o crescimento de leitões durante a lactação. Além disso, sabe-se que este aumento de leitões exige intervenções especiais de manejo e manejo qualificado.

Autores relatam que há uma complexidade de fatores que devem ser geridos para otimizar os resultados, indicando que um gerenciamento adequado da condição corporal da porca no final da gestação é essencial. A preservação da harmonia de um anabolismo gestacional com um catabolismo lactacional controlado é fundamental para a obtenção de resultados reprodutivos competitivos e viáveis. Decaluwé et al. (2013) observaram que alterações das reservas de gordura nas fases finais de gestação (entre 85 e 105 dias de prenhez) comprometeram negativamente a produção de colostro, um dos elementos mais importantes para a sobrevivência, a saúde e o desenvolvimento do lactente.

A condição de escore corporal e longevidade da leitoa tem grande importância estratégica na granja, pois essa é ao mesmo tempo um animal sensível, com menor imunidade se comparado as matrizes suínas. Um exemplo relativo a esta observação é a elevada taxa de descarte a qual fêmeas de ciclo um a três possuem em relação às demais idades reprodutivas. Se a fêmea suína for descartada precocemente, a estrutura etária do rebanho será prejudicada, e essas matrizes não poderão atingir o desempenho máximo, ocasionando a redução de longevidade e afetando negativamente a produtividade geral. (BERGMAN, et al., 2018).

Dos fatores envolvidos nestas causas de descarte estão predominantemente aqueles associados à produção efetivamente, como falsa gestação, cios de baixa expressão, atraso no retorno ao estro, abortos, metrites, longos intervalos entre parições, mumificação, distocia no parto etc. (ENGBLOM et al., 2007).

A avaliação dos níveis de gordura na região lombar também é importante em leitões porque a condição corporal destas têm influência significativa nos ciclos subsequentes (TUMMARUK et al., 2001).

Sasaki et al. (2012) sugeriram que uma fêmea suína precisa produzir três leitegadas para alcançar um valor presente líquido positivo, ao passo que também estimaram que para o desempenho global do rebanho rentável, as fêmeas devem ser descartadas dentro dos ciclos de paridade de cinco a nove.

Os desafios para as fêmeas incluem doenças, questões nutricionais e relacionados à reprodução, que levaram profissionais da área a coletar e monitorar sistematicamente vários dados de produção. A análise de dados da granja pode ser usada de forma a maximizar o potencial reprodutivo da matriz, a produtividade e a estabilidade dos rebanhos (KOKETSU; TANI; LIDA; 2017), além de serem úteis para identificar quais fatores de gerenciamento estão associados ao desempenho limitado de matrizes e leitões.

Outro desafio enfrentado é com relação às altas temperaturas ambientais nas granjas, principalmente aquelas localizadas em regiões quentes durante o verão, pois a fertilidade e a prolificidade tendem a ser comprometidas neste período. A taxa de parição é menor no verão, sendo também menor o número de leitões nascidos vivos oriundos de porcas inseminadas no verão em relação àquelas inseminadas no inverno ou primavera. (AUVIGNE et al., 2010).

Uma das possíveis causas é a sensibilidade da fêmea suína ao aumento da temperatura ambiente devido à sua dificuldade de auto regulação da temperatura corporal. Temperaturas ambientais aumentadas podem levar à redução de produção de leite e ao menor desempenho das matrizes na fase de gestação e lactação (LEWIS; BUNTER, 2011).

Situações de desconforto da matriz lactante, em razão de temperaturas elevadas na maternidade, são comuns, interferindo também diretamente no consumo

de ração (GOURDINE et al., 2007). A temperatura é considerada como o principal fator ambiental que afeta o consumo voluntário de ração. Na maternidade, as categorias envolvidas têm o limite de termoneutralidade muito distintos. O limite inferior da zona de conforto térmico dos leitões está ao redor de 30°C, enquanto o limite superior da zona de conforto térmico da mãe é inferior a 24°C, gerando um desafio na rotina do manejo neste setor (CLOSE; COLE, 2001).

Bloemhof et al. (2008) demonstraram que matrizes suínas selecionadas para um aumento de taxa de parição foram mais sensíveis ao estresse térmico, com redução na taxa de partos para a primeira gestação e redução do número total de nascidos, em relação à linhas não selecionadas para aumento de taxa de parto.

Além da temperatura, a fêmea também é desafiada na fase de lactação com certa frequência, pois pode enfrentar quadros de mastite, disgalactia e febre com temperaturas acima de 39,5°C (KLOPFENSTEIN et al., 2006), com repercussões negativas nos leitões, que sujeitos a uma insuficiente ingestão de colostro e leite têm um desempenho prejudicado, ficando mais expostos às infecções, à diarreia e à morte.

2.2 LEITÃO: DO NASCIMENTO AO DESMAME

A placenta da espécie suína é do tipo epiteliocorial difusa, o que impede a passagem de macromoléculas para os fetos, fazendo com que os mesmos sejam agamaglobulinêmicos ao nascimento (BLAND et al., 2003). Esse tipo de placenta não permite a transferência de fatores imunológicos maternos para a circulação fetal, ao contrário da placenta hemocorial humana, que possui duas camadas celulares. Portanto, os leitões recém-nascidos são muito vulneráveis imediatamente após o nascimento (ROOKE; BLAND, 2002), demandando que venham a ingerir satisfatoriamente o colostro logo após o nascimento para adquirirem imunidade passiva de porcas.

Rooke et al. (2003) demonstraram que o volume de colostro ingerido durante as primeiras 24 horas de vida afeta o desenvolvimento da capacidade de produzir IgG em leitões, demonstrando uma clara correlação da concentração plasmática de IgG no desmame com o volume de colostro ingerido durante as primeiras 24 horas de vida.

A imunoglobulina predominante no colostro é a IgG (ARIZA-NIETO et al., 2011). À medida que a lactação evolui, as concentrações de IgG diminuem e a IgA torna-se a imunoglobulina mais importante (OSWALD, 2006).

Ogawa et al. (2016) demonstraram que a ingestão de colostro durante as primeiras 24 h de vida tem um papel no desenvolvimento pós-natal precoce de imunidade mucosa (IgA) e sistêmica (IgG e de células B de tecidos linfóides secundários) de leitões, comprovando seu papel sobre a melhora da sobrevivência e o desenvolvimento com efeitos persistentes nas fases de crescimento e imunidade (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011).

A ingestão insuficiente de colostro foi identificada como uma das principais causas de mortalidade neonatal na produção de suínos (EDWARDS, 2002), afetando também, pelo aporte de energia que proporciona, a termorregulação do leitão (LE DIVIDICH et al., 2005).

Leitões que nascem mais leves e competem com leitões maiores e mais pesados no momento do colostro, comumente ingerem menos colostro (MILLIGAN; DEWEY; DE GRAU, 2002). Também, leitões mais leves possuem menores reservas energéticas, resultando em mais sensibilidade ao frio.

De acordo com Caceres et al. (2001), o peso de nascimento é inversamente proporcional a mortalidade na maternidade, e a desuniformidade, outro fator não desejável ao nascimento, representa um risco relacionado com este índice. As mortes de leitões neonatais ocorrem principalmente devido a privação de alimento, tornando-os mais apáticos e letárgicos, aumentando os risco de mortes por esmagamento (DAMM; FORKMAN; PEDERSEN, 2005).

O cuidado nutricional com as matrizes durante a gestação e a lactação são essenciais para atender as demandas do leitão quanto a saúde e o desempenho. A produção de leite e o ganho de peso dos leitões foram afetados positivamente com o aumento de consumo proteico na gestação e na lactação (KUSINA et al., 1999). Koketsu et al. (1996) analisaram o padrão de consumo das fêmeas lactantes e observaram que fêmeas com maiores quedas de consumo (diminuição maior que 1,6 kg por no mínimo dois dias) tiveram leitegadas mais leves ao desmame do que

aquelas que apresentaram consumo sem quedas ou redução pequena durante a lactação.

A eficiência na fase do leitão lactente depende principalmente da produção de leite da fêmea suína (BARROS et al., 2008). As falhas lactacionais levam ao comprometimento na produção de leite e susceptibilidade do leitão à hipoglicemia, às perdas neonatais e baixo desempenho dos leitões (FALCETO et al., 2012).

Pode-se citar o complexo de enfermidades digestivas que afetam animais lactentes logo após o desmame como outra causa de prejuízo na fase inicial de produção de suínos. (SANTOS et al., 2002). As doenças entéricas representam importantes perdas econômicas, seja pela mortalidade direta ou indireta, pela perda de peso, retardo de crescimento dos leitões e custos dos tratamentos (BARTH, et al., 2011).

As diarreias podem ser definidas como multifatoriais e multietiológicas, sendo consideradas como um quadro cuja complexidade determinará a variação na taxa de morbidade, na intensidade e gravidade dos episódios diarreicos e na taxa de mortalidade dos leitões (ALFIERI et al., 2010).

A Tabela 1 descreve as principais diarreias observadas nas granjas no setor de maternidade de acordo com a idade dos leitões.

Tabela 1. Principais diarreias em granja na fase de maternidade

Setor	Idade (dias)	Patógeno
Maternidade	0-5	<i>Escherichia Coli</i> , <i>Clostridium spp</i> , diarreia nutricional, <i>Rotavírus</i> , <i>Isospora</i>
Maternidade	6-21	<i>Isospora</i> , <i>Rotavírus</i> , <i>E Coli</i> , <i>Cryptosporidium</i>

Adaptado de Zlotowski; Driemeier; Barcellos (2008).

A diarreia não pode ser negligenciada, merecendo precocemente um diagnóstico diferencial. A multifatorialidade do processo causador de diarreia, que pode ser de origem fisiológica, ambiental, ou ligados a fatores de manejo, que incluem os procedimentos realizados na granja, o animal, imunidade ou a presença e interações de patógenos, demandam ser conhecidos. A maioria dos estudos sobre a diarreia em leitões se concentra em um único agente, o que pode levar a uma

visão parcial do problema (RUIZ et al., 2016), que pode aumentar a persistência do quadro.

Como forma de correção de manejo, os desafios na produção suinícola anteriormente citados têm sido abordados principalmente com o uso de antibióticos em níveis subterapêuticos, amplamente utilizados nas indústrias de suínos e aves, para melhorar a taxa de crescimento e a eficiência da utilização de alimentos, bem como reduzir a morbidade e a mortalidade (CROMWELL, 2002).

É importante ressaltar que um bom controle do sistema produtivo, sanidade animal e biosseguridade são normas que auxiliam na substituição dos antimicrobianos (Bezerra et al., 2017), pois como consequência da melhora da saúde animal da granja pode haver redução do uso de medicamentos. Nesse sentido, foram tomadas algumas medidas no Brasil afim de melhorar o controle nas produções suinícolas. Em 4 de dezembro de 2017 foi publicado a IN nº 44, com o objetivo de reconhecer e atestar a situação sanitária da produção de suínos sob gestão de biosseguridade e vigilância epidemiológica, certificando granjas livres de doenças como Febre Aftosa e Peste Suína Clássica. Outra ação nesse âmbito foi a criação da comissão de Peste Suína Africana (PSA) em 25 de novembro de 2019 pela Portaria nº 273, para realizar ações preventivas relacionada a PSA. (BRASIL, 2017; BRASIL, 2019a).

2.3 ANTIBIÓTICOS

A escala de produção de suínos nas granjas é cada vez maior e há pressão para reduzir o uso de antimicrobianos na produção animal (STOESS, 2014). A União Europeia banuiu os antimicrobianos promotores de crescimento nas dietas de suínos em janeiro de 2006 e nos EUA, a partir de 1º de janeiro de 2017, foi efetivado novo regulamento de uso de antibióticos em rações (BEEK, 2017).

No Brasil, em 2016, foi elaborado a instrução normativa (IN) nº 14, que alterasse os anexos I, II e III da IN nº 65 e incluiu a exigência de se ter autorização para uso de medicamentos veterinários, como estabelecimentos que pretendem utilizar o medicamento na alimentação animal, e que pretendem utilizar o premix com medicamento, aumentando o controle sobre o uso de antibióticos em fábricas de rações

de produtores independentes (BRASIL, 2016a). A IN 14 e IN 65 foram prorrogadas pela IN 17 em julho de 2019 para vigorar em julho de 2020 (BRASIL, 2019b).

Outra medida tomada nesse sentido, decorreu do alerta e recomendações de organizações internacionais, como a própria Organização Mundial da Saúde (OMS), com reflexo direto para a suinocultura brasileira, através da criação da IN 45 em 22 de novembro de 2016 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), proibindo o uso da colistina na alimentação animal com o objetivo de aditivo zootécnico melhorador de desempenho, liberando seu uso exclusivamente para o tratamento de enfermidades (BRASIL, 2016b).

Nesse sentido de restrição e uso racional de antibióticos, foi elaborado a IN nº 171 em dezembro de 2018, com a intensão de proibição de antimicrobianos tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho (BRASIL, 2018). Da mesma forma, foi publicado a IN nº 1 no dia 23 de janeiro de 2020 a proibição do uso dos antibióticos tilosina, lincomicina e tiamulina como aditivo para melhorar o desempenho dos animais, pois foram classificados como importantes para uso na medicina humana. (BRASIL, 2020).

A partir dessas restrições impostas à produção na suinocultura nacional e mundial, a busca de alternativas aos antibióticos gerou considerável interesse nos últimos anos. A nova geração de aditivos para alimentação animal inclui extratos de plantas e óleos essenciais, e seus efeitos benéficos para a produção animal vem sendo bem documentados (WINDISCH et al., 2008; GONG et al., 2014). Dentre esses destaca-se a capsaicina, extrato fitoterápico da pimenta.

2.4 A CAPSAICINA

As pimentas pertencem a seguinte categoria botânica: divisão: *Spermatophyta*; filo: *Angiospermae*; classe: *Dicotiledônea*; ramo: *Malvales-Tubiflorae*; ordem: *Solanales (Personatae)*; família: *Solanaceae*; gênero: *Capsicum* (CARVALHO et al., 2009). A pimenta *Capsicum spp.* apresenta expressiva importância econômica e social para o agronegócio mundial, associada, em grande parte, ao seu alto aproveitamento na culinária para temperos (PINTO et al., 2013).

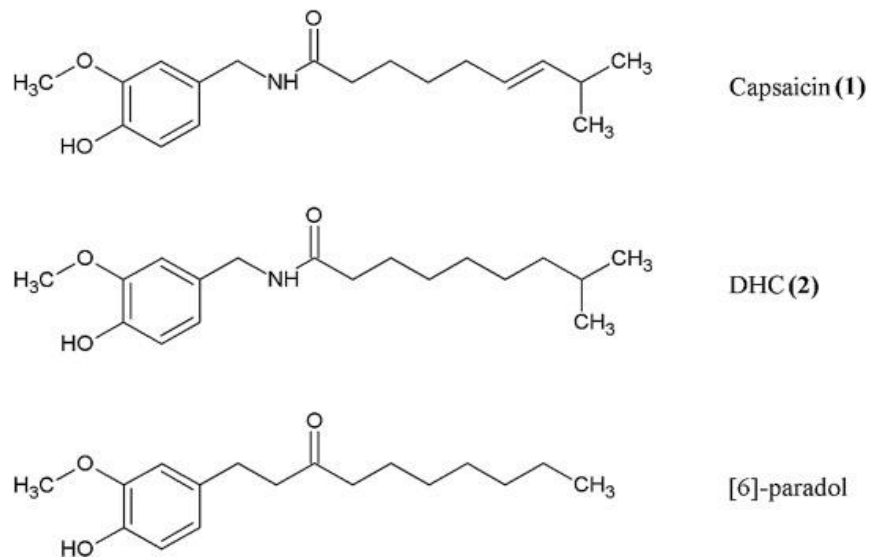
A capsaicina é um componente aromatizante pungente significativo nos pimentões verdes e vermelhos, que são amplamente usados como especiarias. De acordo com Brugalli (2003), a capsaicina é um composto aromático e principal componente de pimentas, estimula secreção de enzimas pancreáticas, promovendo redução da viscosidade intestinal e melhorando os processos digestivos.

A capsaicina é o princípio ativo da planta que é eficaz na estimulação salivar secreção com a produção de amilase, e estimula a secreção de enzimas intestinais e pancreáticas em animais não ruminantes que levam a melhorar a digestão e a disponibilidade de nutrientes (COSTA et al., 2011).

A picância das pimentas se deve à presença de compostos químicos chamados de capsaicinóides (MANIRAKIZA, COVACI e SCHEPENS, 2003). Capsaicinóides são alcalóides que estimulam as terminações nervosas quimiorreceptoras na pele e principalmente membranas mucosas. Eles são únicos no reino *Plantae* e restringem-se ao gênero *Capsicum* (NARASIMHA et al., 2006).

Conforme o processo de amadurecimento, os frutos de *Capsicum* sofrem mudanças em seus componentes, especialmente no conteúdo de capsaicinóides. Este fato interfere na dispersão das sementes, já que um alto conteúdo de dessa substância resulta em fruto bastante picante. Dos aproximadamente 14 capsaicinóides existentes, os que ocorrem em maior quantidade são a capsaicina (trans-8-metil-N-vanilil-6-nonenamida), a dihidrocapsaicina (8-metil-N-vanillynonanamida) e a nordihidrocapsaicina (TEWKSBURRY; NABHAN, 2001)

As espécies de *Capsicum*, da família de plantas *Solanaceae*, são as fontes de capsaicinóides pungentes, que são formados pela fusão da vanilina amina e ácidos graxos ramificados. A capsaicina (1) e diidrocapsaicina (DHC, 2) são os principais representantes, que juntos somam mais de 90% do total de capsaicinóides em espécies de *Capsicum* (Figura 1). A fonte desses compostos pungentes pode ser rastreada até as células da placenta em frutos de *Capsicum*. (PERUCKA; OLESZEK, 2000).

Figura 1. Estrutura química da capsaicina

Adaptado de Prasch et al. (2019).

Há alguns trabalhos avaliando o efeito a capsaicina com outros extratos de plantas, como o estudo do desafio da doença com uma *Escherichia coli* patogênica, que indicou que a inclusão de dose baixa (10 mg/kg) de oleoresina de capsaicina, oleoresina de cúrcuma ou alho reduziu a frequência de diarreia e melhorou a saúde intestinal de leitões recém-desmamados, como indicado pela melhoria da função e integridade das vilosidades intestinais e da barreira intestinal (LIU et al., 2013a).

Também foi demonstrado que a inclusão de oleoresina de capsaicina, oleoresina de alho e açafrão em dietas para suínos desmamados desafiados com o vírus da síndrome reprodutiva e respiratória porcina (PRRSV) pode ajudar a aliviar os impactos negativos da infecção, como indicado pela redução da carga viral e concentrações séricas de mediadores inflamatórios, e encurtar o tempo de febre em porcos infectados com PRRSV (LIU et al., 2013b).

A mistura de carvacrol, cinamaldeído e oleoresina de *capsicum*, que já está presente no mercado de aditivos para ração também age como estimulante do apetite e melhorador da digestão, provando ser um modulador do ecossistema microbiano intestinal (MANZANILLA et al., 2004).

Jamroz et al. (2006) investigaram em aves a capacidade dos extratos de plantas (100 mg/kg contendo 5% de carvacrol, 3% de cinamaldeído e 2% de

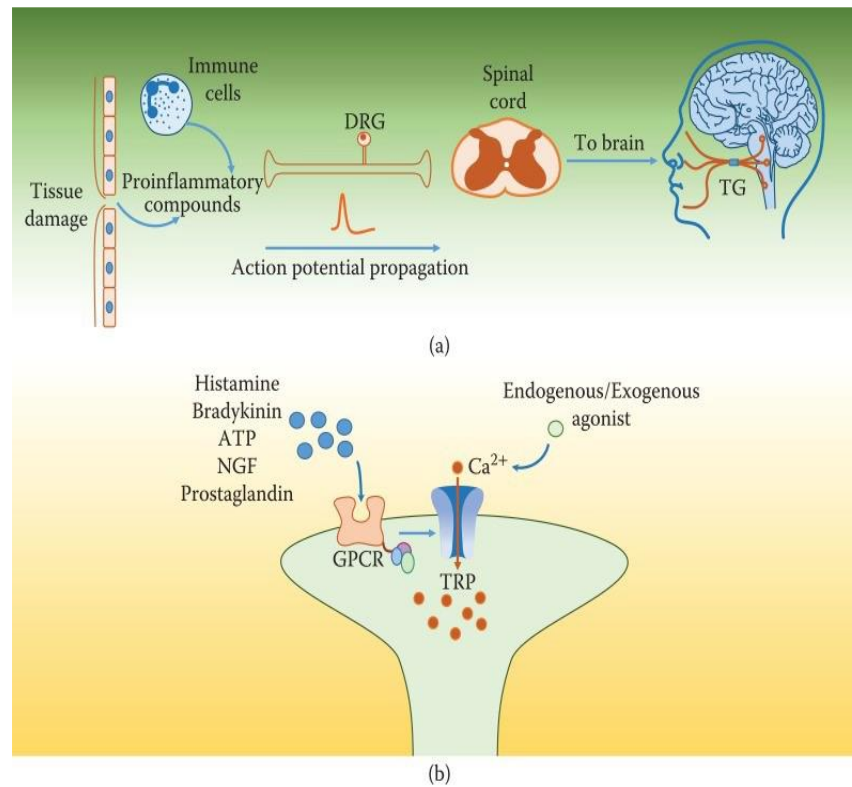
oleoresina de *capsicum*) sobre as características morfológicas e histoquímicas das paredes do estômago e jejuno. Os resultados deste estudo mostraram que a liberação aumentada de grandes quantidades de muco e a criação de uma espessa camada de muco no estômago glandular e na parede do jejuno em galinhas alimentadas com dietas com extrato vegetal poderiam sugerir propriedades protetoras. Isso pode explicar a possibilidade reduzida de adesão ao epitélio e ao número de *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e fungos no conteúdo intestinal de aves alimentadas com essa suplementação.

O mecanismo de ação da capsaicina e o potencial receptor transiente do tipo vanilóide (TRPV1) tem sido descrito por alguns autores. Leung (2008) relatou que a adição de capsaicina à dieta de roedores reduziu o peso da gordura visceral e pode ser atribuída a um aumento na expressão do TRPV1.

A ligação da capsaicina ao potencial receptor transiente do vanilóide (TRPV1) leva à liberação da substância P, que por sua vez estimula as fibras C. Essa ativação é responsável pela conhecida sensação de queimação, dor e inflamação. Os receptores de calor e dor são ativados e levam a um aumento da circulação, o que resulta em uma remoção pronunciada de substâncias desencadeadoras da dor (HALME et al., 2016).

Estes sinais nociceptivos e compostos pró-inflamatórios desencadeiam um potencial de ação ao longo da fibra nociceptiva em direção ao sistema nervoso central para serem percebidos como dor. Estes sinais são detectados por alguns membros da família TRP de canais iônicos, que são diretamente ativados por seus agonistas e indiretamente por mediadores pró-inflamatórios (Figura 2) (GONZÁLEZ-RAMÍREZ et al., 2017).

Figura 2. Transdução de sinal de dor. (a) estimulação do nociceptor por dano tecidual. (b) Sinais detectados por alguns membros da família TRPV.

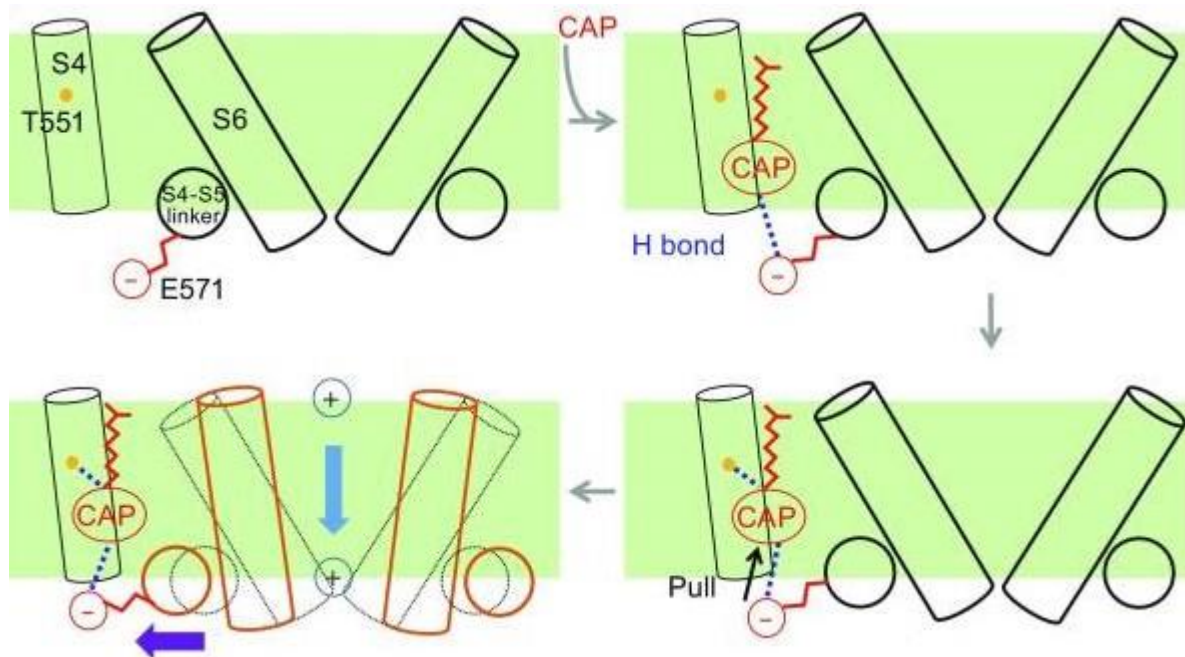


Fonte: González-Ramírez et al. (2017).

Transdução de sinal de dor. (a) estimulação do nociceptor por dano tecidual. (b) Sinais detectados por alguns membros da família TRP, são ativados por seus agonistas e indiretamente por mediadores pró-inflamatórios. DRG: gânglio da raiz dorsal; TG:gânglio trigeminal).

Ao ancorar a capsaicina no estado fechado ou para abrir estados com ou sem movimentos do suporte principal, surgem os eventos sequenciais subjacentes à ligação da capsaicina e à ativação do TRPV1. Observa-se que a cauda e o pescoço da capsaicina entram em contato com o canal primeiro, mediados pela interação de van der Waals e pela ligação de hidrogênio, respectivamente. Posteriormente, a cabeça da capsaicina forma uma ligação de hidrogênio com E571 no sítio de ligação S4-S5, que estabiliza seu movimento externo e a subsequente abertura do portão de ativação S6 (SALAZAR et al., 2009).

Figura 3. Mecanismo de ativação do receptor TRPV1 pela capsaicina.



Fonte: Adaptado de Yang e Zhieng (2017).
Ilustração resumindo a ligação da capsaicina e a ativação do TRPV1.

Entre os efeitos da capsaicina, Dunshea et al. (2003) demonstraram uma melhora no desempenho do crescimento com a inclusão da vanililnonamida, um análogo de capsaicina, nas dietas de suínos de terminação. A cúrcuma ou a mistura de cúrcuma com capsaicina aumentou a resistência em frangos a doenças entéricas, como a coccidiose e enterite necrótica (LEE et al., 2013).

A suplementação dietética de frangos de corte recém-nascidos com uma mistura de cúrcuma longa, *Capsicum annum*, pimenta, e *Lentinus edodes* melhorou o ganho de peso corporal e os títulos de anticorpos séricos contra profilina, e reduziu os oocistos fecais em aves tratadas com *Eimeria acervulina*, em comparação com as aves alimentadas com a dieta controle ou uma dieta contendo *Capsicum* com *Lentinus* (LEE et al., 2010). Também foi observado que o aditivo fitogênico influenciou positivamente o consumo diário de ração, o ganho de peso diário e a utilização de ração e melhorou o desempenho do crescimento em suínos. (BAUMANN et al., 2003).

A capsaicina possui um efeito antioxidante, pois além de conter nutrientes, a pimenta apresenta uma série de substâncias com propriedades antioxidantes que

podem intervir de forma benéfica sobre o curso de doenças entéricas, contribuindo assim para a saúde intestinal. Dentre tais compostos pode-se destacar o ácido ascórbico, os capsaicinóides, o tocoferol e carotenoides, substâncias estas que possuem efeitos importantes na proteção contra o dano oxidativo causado pelos radicais livres (OGISO et al., 2008).

Segundo Lee et al., (2003), o fornecimento da dose de 3 mg/kg de peso corporal de capsaicina para ratos durante três dias consecutivos mostrou uma redução do estresse oxidativo medido como malonaldeído no fígado, pulmão, rim e músculo. Através deste resultado, podemos inferir que a capsaicina pode ser um potente antioxidante, mesmo quando consumida por um curto período.

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. Os níveis desses compostos na pimenta dependem de muitos fatores, incluindo cultivar, maturidade, condições de crescimento e clima (ZHUANG et al., 2012).

Outro efeito estudado da capsaicina é a relação com a inflamação. Com o crescente interesse em alternativas aos agentes anti-inflamatórios não esteroidais no manejo da inflamação crônica, o uso de abordagens baseadas em alimentos segue em crescimento (SRINIVASAN, 2016). Diversos estudos *in vitro* e *in vivo* demonstram potencial anti-inflamatório da capsaicina.

O mecanismo de ação anti-inflamatória da capsaicina foi investigado na produção de moléculas inflamatórias em macrófagos peritoneais estimulados por lipopolissacárideos (LPS). A capsaicina mostrou uma atividade inibitória significativa na produção de prostaglandina E2 (PGE-2) induzida por LPS por macrófagos peritoneais (KIM et al., 2003).

A capsaicina é um dos principais agonistas do receptor TRPV1, que causa 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).

Adicionalmente, a capsaicina possui propriedades farmacêuticas de ação analgésica e já foi utilizada em concentrações entre 0,025% e 0,075% como um

creme para o alívio temporário de pequenas dores e dores musculares e articulares associadas à artrite, simples dores nas costas, distensões e entorses (DERRY et al., 2009). Aplicações intranasais repetitivas de capsaicina podem também ajudar no tratamento de enxaqueca crônica (GRÉGIO et. al., 2008).

A ação estimulante digestiva da capsaicina é provavelmente exercida através da estimulação do fígado para produzir e secretar bile rica em ácidos biliares, que desempenham um papel muito importante na digestão e absorção da gordura (SRINIVASAN, 2016).

Para animais, seu uso como aditivos dietético em substituição aos antibióticos promotores de crescimento tem sido ampliado. Kim et al. (2010) identificaram que a capsaicina exerceu expressivo efeito imune com o controle transcricional dos linfócitos intraepiteliais intestinais de frangos. Nesta mesma linha, Sancho et al. (2002) e Liu et al. (2012) apontam também os potentes efeitos anti-inflamatórios relacionados à capsaicina em roedores e em suínos, respectivamente.

Para a espécie suína, Matysiak et al. (2012) observaram que o uso de uma combinação de carvacrol, cinamaldeído e capsaicina na dieta de fêmeas suínas antes do parto e durante a lactação resultou na menor perda da espessura de toucinho durante a lactação, incrementou a concentração de lactose no leite, com repercussões no desenvolvimento da leitegada e na taxa de sobrevivência até o desmame.

As ações da capsaicina podem estar relacionadas ao incremento do consumo de ração, um fato importante para a matriz lactante, cujo catabolismo na fase pode levar a fêmea à maior mobilização de suas reservas corporais, afetando a qualidade e a saúde dos leitões lactentes e o desempenho da gestação subsequente (MELLAGI et al., 2010).

Em suma, é possível verificar que em vista da crescente restrição do uso de antibióticos, e através de estudos anteriores sobre as propriedades e aplicações da capsaicina que esta possui amplo campo de atuação, configurando-se como opção de aditivo fitogênico nutricional com efeitos benéficos para a produção animal.

REFERÊNCIAS

- AGRINESS. **Conheça os ganhadores do Prêmio Melhores da Suinocultura 2017**. Disponível em: < <http://www.agriness.com/pt/conheca-os-ganhadores-do-premio-melhores-da-suinocultura-2017/> >. Acesso em: 29 jun 2018.
- ALFIERI, A. A.; ALFIERI, A. F.; BARRY, A. R. Diarreias em Suínos. In: **Tópicos em Sanidade e Manejo dos Suínos**. 1ª. ed. G.C. ALBERTON & E. ZOTTI (Org). Curuca Consciência Ecológica, p. 165- 206, 2010.
- ARIZA-NIETO, C. et al. Effect of dietary supplementation of oregano essential oils to sows on colostrum and milk composition, growth pattern and immune status of suckling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1079–1089, 2011.
- AUVIGNE, V.; LENEVEU, P.; JEHANNIN, C.; PELTONIEMI, O.; SALLÉ, E. Seasonal infertility in sows: a five-year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. **Theriogenology**, v. 74, n. 1, p. 60- 66, 2010.
- BARCELLOS, D., SOBESTIANSKY, J., LINHARES, D., SOBESTIANSKY, T. B. Uso de antimicrobianos. In: **Doenças dos suínos**. P 839. 2ª edição. 2012.
- BARROS, L. R.; AUGUSTO, L.; PASCOAL, F.; SILVA, L. P.; BRANDÃO, J. S. Distúrbios de impacto econômico na produção de suínos : agalaxia (Disturbances of economical impact in swine production : Agalactia). **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. IX, p. 1–13, 2008.
- BARTH, S.; SCHWANITZ, A.; BAUERFEIND, R. Polymerase chain reaction-based method for the typing of F18 fimbriae and distribution of F18 fimbrial subtypes among porcine Shiga-toxin-encoding Escherichia coli in Germany. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 23, n. 3, p. 454-464, 2011.
- BAUMANN B.; BRIKLE G.; PINKAS M. Effect of dietary oregano extract on the development of swine dysentery in a pure culture challenge model. **Biologische Tiermedizin**, v. 11, p. 296-299, 2003.
- BEEK, V.T. US: Vaccines and biosecurity to replace antibiotics. **Poultry world**, 08 de junho de 2017. Disponível em: <https://www.poultryworld.net/Health/Articles/2017/6/US-Vaccines-and-biosecurity-to-replace-antibiotics-142015E/>> Acesso em: 04 dezembro de 2018.
- BERGMAN, P.; GRÖHN, Y. T.; RAJALA-SCHULTZ, P.; VIRTALA, A. M.; OLIVIERO, C.; PELTONIEMI, O.; HEINONEN, M. Sow removal in commercial herds: Patterns and animal level factors in Finland. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 159, n. 1, p. 30- 39, 2018.
- BERGSMA, R.; KANIS, E.; VERSTEGEN, M. W.A.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M.C.; KNOL, E. F. Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. **Livestock Science**, v. 125, n. 2–3, p. 208–222, 2009.

BLAND, I. M.; ROOKE, J. A.; BLAND, V. C.; SINCLAIR, A. G.; EDWARDS, S. A. Appearance of immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in sucking. **Animal Science**, v. 77, p. 277-286 2003.

BLOEMHOF, S.; VAN DER WAAIJ E. H.; MERKS, J. W. M.; KNOL, E. F. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. **Journal of Animal Science**, v. 86, n.1, p. 3330–3337, 2008.

BRASIL. Instrução Normativa nº 14, de 15 de julho de 2016. Estabelece os critérios e os procedimentos para a fabricação, a comercialização e o uso de produtos para alimentação animal com medicamentos de uso veterinário. Diário Oficial da União, 18 de julho de 2016, seção 1, nº 136, segunda-feira, p. 7-9. Brasília, DF, 2016a.

BRASIL. Instrução Normativa nº 45, de 22 de novembro de 2016. Proibição em todo o território nacional, a importação e a fabricação da substância antimicrobiana sulfato de colistina, com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal. Diário Oficial da União, 30 de novembro de 2016. seção 1, nº 229, quarta-feira, p.6, Brasília, DF, 2016b.

BRASIL. Instrução Normativa nº 44, de 04 de dezembro de 2017. Estabelecer as normas para Certificação Sanitária da Compartimentação da Cadeia Produtiva de Suínos, quanto a exposição ao vírus da Febre Aftosa e Peste Suína Clássica. Diário Oficial da União, 19 de dezembro de 2017. seção 1, nº 242, terça-feira, p.11, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Instrução Normativa nº 171, de 13 de dezembro de 2018. Informar que uso dos antimicrobianos tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho em animais produtores de alimentos será proibido. Diário Oficial da União, 19 de dezembro de 2019. seção 1, nº 243, quarta-feira, p.23, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Portaria nº 273, de 25 de novembro de 2019. Constituir a Comissão Técnica Consultiva para prevenção da peste suína africana. Diário Oficial da União, 27 de novembro de 2019. seção 1, nº 229, quarta-feira, p.6, Brasília, DF, 2019a.

BRASIL. Instrução Normativa nº 17, de 17 de julho de 2019. Prorrogar o prazo estabelecido no Art. 4º da Instrução Normativa nº 14, de 15 de julho de 2016, até 18 de julho de 2020. Diário Oficial da União, 18 de julho de 2019. seção 1, nº 137, quinta-feira, p.5, Brasília, DF, 2019b.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 13 de janeiro de 2020. Proibir, em todo território nacional, a importação, a fabricação, a comercialização e o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contenham os antimicrobianos tilosina, lincomicina, e tiamulina, classificados como importantes na medicina humana. Diário Oficial da União, 23 de janeiro de 2020. seção 1, nº 16, quinta-feira, p.6, Brasília, DF, 2020.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 167-182, 2003.

CACERES L, BILKEI G, MCGIL M, PENA F: The effect of levamisole on the preweaning performance of lightweight born piglets. **Medicine Veterinary**, v. 18, p. 435–438, 2001.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de melhoramento de Capsicum da Embrapa Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.27, p. 135-138, 2009.

CLOSE W. H.; COLE D. J. A. **Nutrition of sows and boars**. 1st ed. Nottingham: Nottingham University Press, p. 377, 2001.

COSTA, L. B.; BERENCHTEIN, B.; ALMEIDA, V.V.; TSE, M.L.P.; ANDRADE, C.; MIYADA, V.S. Phytobiotic additives and sodium butyrate as growth promoters of weanling pigs. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 687–698, 2011.

COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 589–595, jun. 2007.

CROMWELL, G. L. WHY AND HOW ANTIBIOTICS ARE USED IN SWINE PRODUCTION. **Animal Biotechnology**, v. 13, n. 1, p. 7–27, 1 jul. 2002.

DAMM, B. I.; FORKMAN, B.; PEDERSEN, L. J. Lying down and rolling behaviour in sows in relation to piglet crushing. **Applied Animal Behaviour Science**, 2005.

DECALUWÉ, R. et al. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. **Animal**, v. 7, n. 12, p. 1999–2007, 2013.

DECALUWÉ, R.; MAES, D.; DECLERCK, I.; COOLS, A.; WUYTS, B.; DE SMET, S.; JANSSENS, G. P.J. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. **Animal**, v. 7, n. 12, p. 1999–2007, 2013.

DERRY, S.; LLOYD, R.; MOORE, R. A.; MCQUAY, H. J. Topical capsaicin for chronic neuropathic pain in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v.4, p. 1-34, 2009.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1605–1612, 2011.

DUNSHEA F.R.; SUSTER, D.; KERTON, D. J.; LEURY, B. J. A capsaicin analogue improves growth and dressing rate in pigs, particularly gilts. In: Paterson JE, editor. **Manipulating pig production**, Werribee, Australia: Australasian Pig Science Association, vol. IX, p. 26, 2003.

EDWARDS, S. A. Perinatal mortality in the pig: Environmental or physiological solutions? **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 3–12, 2002.

ENGBLOM, L.; LUNDEHEIM, N.; DALIN, A. M.; ANDERSSON, K. Sow removal in Swedish commercial herds. **Livestock Science**, v. 106, n. 1, p. 76–86, 2007.

FALCETO, M.V. STEVENSON, R. A.; CALAVIA, M.; GÓMEZ, B.A. Lactación y etiología del síndrome de disgalactia posparto en la cerda. **Published in IVIS - SUIS**, v.86, p.14-22, 2012.

GAGGIÀ, F.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, n. SUPPL., p. S15–S28, jul. 2010.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 279–290, 2003.

GONG, X.; LI, Y.; QU, H. Removing tannins from medicinal plant extracts using an alkaline ethanol precipitation process: a case study of Danshen injection. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 18705–18720, 2014.

GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R.; CHEN, Y.; LIEDTKE, W. B.; MORALES-LÁZARO, S. L. **TRP Channels and Pain**. In: EMIR, T. L. R. Ed. *Source Neurobiology of TRP Channels*. 2. ed., cap. 8, Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2017.

GOURDINE, J.L.; BIDANEL, J.P.; NOBLET, J. Rectal temperature of lactating sows in a tropical humid climate according to breed, parity and season. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 20, n. 6, p. 832-841, 2007.

GRÉGIO, A. M. T.; FARIAS, M. M.; GOMES, M. C. B.; AZEVEDO, L. R.; LIMA, A. A. S.; MACHADO, M. A. N. Capsaicina e sua aplicação em odontologia. **Arquivos em Odontologia**, v. 44, n. 1, p. 45-48, 2008.

HALME, M.; PESONEN, M.; SALO, H.; SODERSTROM, M.; PASANEN, M.; VAHAKANGAS, K.; VANNINEN, P. Comparison of in vitro metabolism and cytotoxicity of capsaicin and dihydrocapsaicin. **Journal of Chromatography B**, v. 1009- 1010, n.1, p. 17-24, 2016.

JAMROZ, D.; WERTELECKI, T.; HOUSZKA, M.; KAMEL, C. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, n. 5–6, p. 255–268, 2006.

KLOPFENSTEIN C., FARMER C., MARTINEAU G.P. Diseases of the Mammary Glands and Lactation Problems. In: B.E. STRAW, J.J. ZIMMERMANN, D.J. TAYLOR (eds), **Diseases of Swine**. Iowa State University Press, Iowa, USA, p. 833–860, 2006.

KIM, C. S., KAWADA, T., KIM, B. S., HAN, I. S., CHOE, S. Y., KURATA, T. & YU, R. Capsaicin exhibits anti-inflammatory property by inhibiting I κ B- α degradation in LPS-stimulated peritoneal macrophages. **Cellular Signaling**, v. 15, n. 3, p. 299–306, 2003.

KIM, D. K.; LILLEHOJ, H. S.; LEE, S. H.; JANG, S. I.; BRAVO, D. High throughput gene expression analysis of intestinal intraepithelial lymphocytes after oral feeding of carvacrol, cinnamaldehyde, or Capsicum oleoresin. **Poultry Science**, v. 89, n. 1, p. 68–81, 2010.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E.; KING, V. L. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 2875–2884, 1996.

KOKETSU, Y.; TANI, S.; LIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. **Porcine Health Manage**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2017.

KUSINA, J.; PETTIGREW, J. E.; SOWER, A. F.; HATHAWAY, M. R.; WHITE, M. E.; CROOKER, B. A. Effect of protein intake during gestation on mammary development of primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 4, p. 925–930, 1999.

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new born pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 1, p. 469–485, 2005.

LEE, C. Y.; KIM, M.; YOON, S.; W.; LEE, C. H. Short-term control of capsaicin on blood and oxidative stress of rats in vivo. **Phytotherapy Research**. v. 17, n. 1, p. 454-458, 2003.

LEE, K. W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. C. Essential oils in broiler nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 738–752, 2004.

LEE, S. H.; LILLEHOJ, H. S.; JANG, S. I.; KIM, D. K.; IONESCU, C.; BRAVO, D. M. Effect of Dietary Curcuma, Capsicum, and Lentinuson Enhancing Local Immunity against Eimeria acervulina Infection. **Japan Poultry Science Association**, v. 47, p. 85–95, 2010.

LEE, S. H.; LILLEHOJ, H. S.; JANG, S. I.; LILLEHOJ, E. P.; MIN, W.; BRAVO, D. M. Dietary supplementation of young broiler chickens with Capsicum and turmeric oleoresins increases resistance to necrotic enteritis. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 5, p. 840–847, 2013.

LEUNG, F. W. Capsaicin-sensitive intestinal mucosal afferent mechanism and body fat distribution. **Life Sciences**, v. 83, n. 1–2, p. 1–5, 2008.

LEWIS, C. R. G.; BUNTER, K. L. Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. **Animal Production Science**, v. 51, n. 1, p. 615-626, 2011.

LIU, Y.; SONG, M.; CHE, T. M.; BRAVO, D.; PETTIGREW, J. E. Anti-inflammatory effects of several plant extracts on porcine alveolar macrophages in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 8, p. 2774-2783, 2012.

LIU, Y.; SONG, M.; CHE, T. M.; ALMEIDA, J. A.S.; LEE, J. J.; BRAVO, D.; MADDOX, C. W.; PETTIGREW, J. E. Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5294–5306, 2013a.

LIU, Y.; CHE, T. M.; SONG, M.; LEE, J. J.; ALMEIDA, J. A.S.; BRAVO, D.; VAN ALSTINE, W. G.; PETTIGREW, J. E. Dietary plant extracts improve immune responses and growth efficiency of pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 12, p. 5668–5679, 2013b.

MANIRAKIZA, P.; COVACI, A.; SCHEPENS, P.: **Pungency principles in Capsium, analytical determinations and toxicology**. In: DE, A. K.; ed., *Capsicum: The genus Capsicum*. London: Taylor & Francis, 2003.

MANZANILLA, E. G.; PEREZ, J. F.; MARTIN, M.; KAMEL, C.; BAUCCELLS, F.; GASA, J. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3210–3218, 2004.

MELO, C. M. T.; COSTA, L. A.; BONNAS, D. S.; CHANG, R. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de pimentas *capsicum chinense* (bode), *capsicum baccatum* variedade *praetermissum* (cumari) e *capsicum frutescens* (malagueta). **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-6, 2011.

MATERSKA, M.; PERUCKA, I. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1750–1756, 2005.

MATYSIAK, B.; JACYNO, E.; KAWĘCKA, M.; KOŁODZIEJ-SKALSKA, A.; PIETRUSZK, A. The effect of plant extracts fed before farrowing and during lactation on sow and piglet performance. **South African Journal of Animal Science**, v.42, n.1, p. 15-21, 2012.

MELLAGI, A.P.G.; ARGENTI, L.E.; FACCIN, J.E.G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p.181-209, 2010.

METZLER, B. U.; MOSENTHIN, R.; BAUMGÄRTEL, T.; RODEHUTSCORD, M. The effect of dietary phosphorus and calcium level, phytase supplementation, and ileal infusion of pectin on the chemical composition and carbohydrase activity of fecal

bacteria and the level of microbial metabolites in the gastrointestinal tract of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 7, p. 1544–1555, 2008.

MILLIGAN, B. N.; DEWEY, C. E.; DE GRAU, A. F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, n. 2, p. 119–127, 18 dez. 2002.

MORÉS, N. É POSSÍVEL PRODUZIR SUÍNOS SEM O USO DE ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO? Nelson Morés. **V Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal**, p. 10, 2014.

MÓZSIK, G.; SZOLCSÁNYI, J.; RÁCZ, I. Gastroprotection induced by capsaicin in healthy human subjects. **World Journal of Gastroenterology**, v. 11, n. 33, p. 5180–5184, 2005.

NARASIMHA PRASAD, B. C.; KUMAR, V.; GURURAJ, H. B.; PARIMALAN, R.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G. A. Characterization of capsaicin synthase and identification of its gene (*csy1*) for pungency factor capsaicin in pepper (*Capsicum sp.*). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 36, p. 13315–13320, 2006.

OGAWA, S.; TSUKAHARA, T.; IMAOKA, T.; NAKANISHI, N.; USHIDA, K.; INOUE, R. The effect of colostrum ingestion during the first 24 hours of life on early postnatal development of piglet immune systems. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 12, p. 1511–1515, 2016.

OGISO, Y.; HOSODA-YABE, R.; KAWAMOTO, Y.; KAWAMOTO, T.; KATO, K.; YABE, T. An Antioxidante of Dried Chilli pepper Maintained Its Activity Through Postharvest Ripening for 18 Months. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.12, n.72, p. 3297 – 3300, 2008.

OSWALD, I. P. Role of intestinal epithelial cells in the innate immune defence of the pig intestine. **Veterinary Research**, v. 37, p. 359–368, 2006.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta Capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2., p.108-120, 2013.

PERUCKA, I.; OLESZEK, W. Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annum* L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v. 71, n. 2, p. 287–291, 2000.

PRASCH, S.; DURAN, A.G.; CHINCHILLA, N.; MOLINILLO, J.M.G.; MACÍAS, F.A.; BUCAR, F. Resistance modulatory and efflux-inhibitory activities of capsaicinoids and capsinoids. **Bioorganic Chemistry**, v. 82, n. 2018, p. 378–384, 2019.

RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L.; KROGH, M.A.; PEDERSEN, L.J.; SØRENSEN, J.T. Sow level risk factors for early piglet mortality and crushing in organic outdoor production. **Animal**, v. 12, n. 4, p. 810–818, 2018.

ROOKE, J. A.; BLAND, I. M. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 13–23, 2002.

RUIZ, V.; BERSANO, J. CARVALHO, A.; CATROXO, M.; CHIEBAO, D.; GREGORI, F.; MIYASHIRO, S.; NASSAR, A.; OLIVEIRA, T.; OGATA, R.; SCARCELLI, E.; TONIETTI, P. Case-control study of pathogens involved in piglet diarrhea, **BMC Research Notes**, v. 9, n. 22, 2016.

SALAZAR, H.; JARA-OSEGUERA, A.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; LLORENTE, I.; ARIAS-OLGUÍN, I.I.; SORIANO-GARCÍA, M.; ISLAS, L.D.; ROSENBAUM, T. Structural determinants of gating in the TRPV1 channel. **Nature Structural and Molecular Biology**, v. 16, n. 7, p. 704–710.

SANCHO, R.; LUCENA, C.; MACHO, A.; CALZADO, M.A.; BLANCO-MOLINA, M.; MINASSI, A.; APPENDINO, G.; MUÑOZ, E. Immunosuppressive activity of capsaicinoids: capsiate derived from sweet peppers inhibits NF-κB activation and is a potent antiinflammatory compound in vivo. **European Journal of Immunology**, v. 32, n. 6, p. 1753–1763, jun. 2002.

SANTOS, M. S. D.; FERREIRA, C. L. L. F.; GOMES, P. C.; SANTOS, J.L.; POZZA, P. C. Administração de *Lactobacillus* sp em leitões na fase de aleitamento e de creche. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.165-173, 2002.

SASAKI, Y.; MCTAGGART, I.; KOKETSU, Y. Assessment of lifetime economic returns of sows by parity of culled sows in commercial breeding herds. **Journal of Veterinary Epidemiology**, v. 16, n. 1, p. 37-45, 2012.

SCHUMACHER, M. A. Transient receptor potential channel in pain and inflammation therapeutic opportunities. **Pain practice**, v. 10, p.185-200, 2010.

SILVA, E.N. Antibióticos intestinais naturais: bacteriocinas. In: simpósio sobre aditivos alternativos na nutrição animal, Campinas, 2000. **Anais...**Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000.

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.

STOESS, K. Raising pigs without antibiotics: lessons learned. American Association Swine Veterinarian. Disponível em: <<https://www.aasv.org/shap/issues/v24n4/v24n4advocacy.html>> Acesso em 04 de dezembro de 2018.

TEWKSBURRY, J. J.; NABHAN, G. P. Diabetes Care. **Nature**, v. 12, p. 403-404, 2001.

TUMMARUK, P.; LUNDEHEIM, N.; EINARSSON, S.; DALIN, A. M. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. **Animal Reproduction Science**, v. 66, n. 3–4, p. 225–237, 2001.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 14, p. E140–E148, 2008.

YANG, Y. X.; HEO, S.; JIN, Z.; YUN, J. H.; CHOI, J. Y.; YOON, S. Y.; PARK, M. S.; YANG, B. K.; CHAE, B. J. Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. **Animal Reproduction Science**, v. 112, n. 3–4, p. 199–214, 2009.

YANG, F.; ZHENG, J. Understand spiciness: mechanism of TRPV1 channel activation by capsaicin. **Protein Cell**, v. 8, p. 169–77, 2017.

ZHUANG, Y.; CHEN, L.; SUN, L.; CAO, J. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 331–338, 2012.

ZLOTOWSKI, P.; DRIEMEIER, D.; BARCELLOS, D. E. S. N. Patogenia das diarreias dos suínos: modelos e exemplos. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 36, n. Supl 1, p. 81–86, 2008.

WENTZ, I.; WELANG, R.F.; BORTOLOZZO, F.P. How to approach the problem of the second litter syndrome. **Acta Scientiae Veterinariae**. 38. p. 121 - 133, 2010.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O presente projeto tem por objetivo avaliar os efeitos da capsaicina em alta dosagem nas fêmeas em fase final gestação e período de lactação e o desempenho zootécnico das respectivas leitegadas em uma granja comercial com desafio sanitário.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do fornecimento de capsaicina sobre o desempenho de fêmeas, e mensurar o consumo de ração das fêmeas na fase de lactação, e a condição corporal de matrizes gestantes e lactantes submetidas a dietas com capsaicina.

Avaliar a ingestão de colostro e o nível de imunoglobulinas dos leitões 24 horas após o parto.

Avaliar o desempenho zootécnico dos leitões na fase de maternidade oriundos de matrizes tratadas com capsaicina, e a frequência de diarreia em leitões lactentes oriundos de matrizes tratadas com capsaicina.

1 4 ARTIGO

2 Este artigo está de acordo com as normas da Revista *Animal*, An International
3 Journal of Animal Bioscience.

4 **Capsaicina para fêmeas suínas em fase final de gestação e lactação**

5 Moraes, A.C.D.¹, Nagi, G.J.¹, Fritzen, J.⁴, Vitagliano, A.L.³, Oliveira, R.E.², Oba, A¹, Silva, A.C.¹

6

7 ¹ *Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, UEL (86057-970,*
8 *Londrina- PR), Brasil*

9 ² *Coordenador e Assistente de Projetos da NutriQuest TechnoFeed, São Paulo- SP, Brasil.*

10 ³ *Líder de projeto consultor, São Paulo-SP, Brasil*

11 ⁴ *Laboratório de Virologia Animal Universidade Estadual de Londrina, UEL (86057-*
12 *970, Londrina- PR), Brasil*

13

14 Autor correspondente: Daniel Moraes. Email: damoraesnet@gmail.com

15 **Resumo**

16 A capsaicina é um alcalóide reconhecidamente utilizado como aromatizante e
17 palatilizante, efeitos que podem incrementar o consumo de ração em matrizes
18 suínas em fase de lactação, sobretudo em condições de estresse térmico,
19 exercendo adicionalmente atividades antioxidantes e imunoestimulantes. O objetivo
20 deste trabalho foi avaliar os efeitos de um produto a base de capsaicina sobre o
21 consumo de ração de matrizes suínas, a imunomodulação e as repercussões sobre
22 a performance da leitegada e o controle dos quadros diarreicos dos leitões. Foram
23 utilizadas 132 fêmeas gestantes e lactantes e suas respectivas leitegadas, 66 de
24 cada grupo, submetidas a dois tratamentos: controle (dieta isenta de capsaicina) e
25 teste (4g de capsaicina por matriz/dia). As matrizes foram tratadas entre os 95 dias
26 de gestação e os 21 dias de lactação. Foram avaliadas a espessura de toucinho,
27 consumo de ração na fase de lactação, produção de colostro, concentração de IgG
28 no colostro, performance reprodutiva da matriz, desempenho dos leitões e
29 ocorrência de diarreia. Matrizes que receberam capsaicina apresentaram maior
30 consumo de ração (+0.69kg/dia durante a lactação), níveis mais elevados de IgG no
31 colostro (153,80 *versus* 185,75mg/mL), proporcionaram ganhos de peso da
32 leitegada 11.22% superiores em relação ao controle, com ganhos de peso
33 individuais dos leitões superiores a 5.24% (P<0,05), e efetiva (P<0,05) redução da
34 frequência de diarreia dos leitões. A capsaicina é um aditivo com potenciais efeitos
35 na performance da matriz, com influências positivas sobre a saúde e o desempenho
36 dos leitões lactentes.

37

38 **Palavras-chave:** pimenta, maternidade, leitões, extratos de plantas, diarreia.

39

40 Capsaicin for sows in the final stages of gestation and lactation

41 Abstract

42 Capsaicin is a recognized alkaloid to be used as a flavoring and palatability agent,
43 effects that can increase feed intake in swine in the farrowing, especially under
44 conditions of thermal stress, additionally exercising antioxidant and immunostimulant
45 activities. The objective of this work was to evaluate the effects of a capsaicin-based
46 product on the feed intake of sows, immunomodulation and the repercussions on
47 litter performance and control of piglet diarrheal conditions. 132 pregnant and
48 lactating sows and their respective litters were used, 66 from each group, submitted
49 to two treatments: control (capsaicin-free diet) and test (4g of capsaicin per ma/ day).
50 The sows were treated between 95 days of gestation and 21 days of lactation.
51 Backfat thickness, feed intake during lactation, colostrum production, IgG
52 concentration in colostrum, reproductive performance of the sow, piglet performance
53 and diarrhea were evaluated. Swine females that received capsaicin had higher feed
54 intake (+0.69kg/day during lactation), higher levels of IgG in colostrum (153.80
55 versus 185.75mg/mL), provided litter weight gain 11.22% higher in compared to
56 control, with individual piglet weight gains greater than 5.24% ($P < 0.05$), and effective
57 ($P < 0.05$) reduction in the frequency of piglet diarrhea. Capsaicin is an additive with
58 potential effects on the performance of the sow, with positive influences on the health
59 and performance of the suckling piglets.

60

61

62 **Keywords:** pepper, farrowing, piglets, plant extracts, diarrhea.

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73 **Implications**

74 Experiments conducted with capsaicin are usually designed together with other plant
75 extracts (example: carvacrol and cinnamaldehyde). Capsaicin can stimulate greater
76 production of immunoglobulins, can improve the performance of piglets in the
77 maternity and increase the feed intake of the sow. In this experiment, capsaicin
78 extract was provided to the swine breeders in the final stage of gestation and
79 throughout lactation. Because it is an experiment on a commercial farm, this work
80 can contribute with information with swine production under real field conditions.

81 **Introduction**

82 The evolution of the reproductive parameters of intensive pig breeding
83 contrasts with the challenges that hyperprolificity imposes on sows and piglets,
84 highlighting the limitation of colostrum intake due to the high number of births, which
85 proportionally does not correspond to the adequate demands for the piglet, with
86 damages in the passive and active immunoprotection, predisposing animals to
87 diarrheal conditions, death, and impaired pre- and post-weaning growth (Devillers et
88 al., 2011).

89 The swine female can produce between 7 and 12kg of milk/day (Kirkwood;
90 Thacker, 2001), with metabolic demands that continue to grow (Sobestiansky et al.,
91 2012). To meet this high milk production, sows with large litter sizes require greater
92 food consumption (Galiot et al., 2018). However, promoting feed intake to
93 compensate for these needs is not always successful (Sobestiansky et al., 2012),
94 which can lead the sow to a metabolic challenge by using its body reserves to
95 prioritize milk production (Pedersen et al., 2019). In turn, a higher feed intake during
96 lactation or an attenuation in catabolism during this phase improves reproductive
97 performance in the subsequent cycle (Xue et al., 2012; Shi et al., 2015; Gourley et
98 al., 2017).

99 One aspect that has a negative impact on the consumption of the lactating sow
100 comes from the difficulty that this category has, when housed in environments with
101 temperatures above its comfort zone, in consuming feed properly. In this case, the sows
102 reduce their appetite to decrease the production of endogenous heat, due to the

103 thermogenic effect of the food, leading to behavioral changes, such as a decrease in the
104 intensity of consumption in daily meals and in the time of ingestion (Quiniou et al., 2000),
105 in addition to physiological changes, such as increased respiratory frequency to facilitate
106 the maintenance of homeothermy (Martins; Costa, 2008).

107 In addition, it has been shown that sows under severe catabolic status at the
108 end of the gestation phase present an increase in oxidative stress (Berchieri-Ronchi
109 et al., 2011), leading to damage to immune cells, DNA, and systemic impairments
110 due to the reduction of endogenous antioxidant capacity. Consequently, reproductive
111 performance, resistance to disease, immune response and longevity can be
112 negatively affected (Agarwal et al., 2006).

113 In this scenario, some plant extracts (Zeng et al., 2015), in the condition of
114 dietary additives, such as capsaicin, an alkaloid from vegetables of the kingdom Plantae
115 of the genus *Capsicum*, green and red peppers (Narasimha et al., 2006), with a
116 significant pungent flavoring effect on green and red peppers (Brugalli, 2003), can
117 minimize these compromises.

118 Capsaicin has recognized actions, highlighting its role as an appetite
119 stimulant, digestion enhancer and modulator of the intestinal microbial ecosystem
120 (Manzanilla et al., 2004). It also acts in stimulating salivary secretion, with the
121 production of amylase; and other intestinal and pancreatic enzymes, improving
122 digestion and nutrient availability (Costa et al., 2011).

123 The role of pepper spicity is due to the presence of chemical compounds
124 called capsaicinoids (Manirakiza, Covaci, Schepens, 2003), which stimulate the
125 chemoreceptor nerve endings in the skin and mainly in the mucous membranes,
126 stimulating consumption, and which have effective antioxidant activity (Liu et al.,
127 2012).

128 Another virtue of capsaicin was identified by Kim et al. (2010), who verified its
129 expressive immune effect, with the transcriptional control of intestinal intraepithelial
130 lymphocytes in animals of other species. In association, capsaicin has potent anti-
131 inflammatory effects in pigs (Sancho et al., 2002; Liu et al., 2012), and its use
132 combined with carvacrol and cinnamaldehyde, in the diet of swine females before

133 gestation and during lactation, improved reproductive performance and survival rate
134 of piglets until weaning (Matysiak et al., 2012).

135 In view of the potential of capsaicin and the restrictions that sows currently
136 undergo, the objective of this study was to evaluate this alkaloid, used in diets of
137 swine females in the final stages of gestation and lactation, aiming to increase feed
138 consumption, thus favoring the reproductive performance and health of piglets until
139 weaning.

140

141 **Material and methods**

142 The experiment was realized in a commercial full-cycle farm, with capacity for
 143 3600 PIC genetic swine females. 132 sows were used, evaluated during the
 144 gestational period, between 95 and 115 days, and throughout the lactation phase (1
 145 to 21 days), submitted to two treatments, negative control (without capsaicin in the
 146 diet) and test, corresponding to the capsaicin administration (Capcin®, 200g/ton of
 147 feed).

148 The sows were housed in gestation cages one week before the expected
 149 date of parturition and in individual farrowing cells until weaning, with the
 150 experimental design in randomized blocks (based on the birth order) with 66
 151 repetitions each. In both phases, the units were not air-conditioned, with
 152 temperatures being measured daily using thermometers and hygrometers of
 153 maximum and minimum. Table 1 shows the values of these parameters stratified by
 154 the weeks of evaluation conducted.

155 **Table 1** *Values of Temperature and Relative Humidity of the air in the units of*
 156 *gestation and lactation during the experimental weeks.*

Week	Phase in experiment	Temperature (°C)		Relative humidity	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	Gestation	15.0 ± 2.7	28.4 ± 2.1	39.3 ± 10.9	92.3 ± 5.4
2	Gestation	17.9 ± 3.2	29.9 ± 4.3	46.3 ± 5.98	90.6 ± 4.2
3	Gestation	17.6 ± 2.1	29.4 ± 3.1	70.1 ± 14.7	85.4 ± 9.4
4	Lactation	18.2 ± 3.4	29.3 ± 2.2	52.3 ± 6.02	88.6 ± 7.1
5	Lactation	17.2 ± 2.5	29.7 ± 4.1	46.8 ± 10.4	92.1 ± 5.2
6	Lactation	18.8 ± 3.2	32.2 ± 3.6	37.8 ± 8.44	92.3 ± 6.3
7	Lactation	19.5 ± 4.7	28.0 ± 2.5	59.4 ± 9.86	94.7 ± 8.8

157 Elaborate by the author

158 Capsaicin was provided daily "on top" in the first treatment of the day for the
 159 test group, and the same management with the offer of the same amount of feed
 160 without capsaicin for the negative control group. Capcin® was mixed with gestation
 161 and lactation diets in the following proportion 98.6g of feed and 4g of Capcin®, with
 162 the daily dose given "on top" of 100g of this mixture.

163 The product was supplied daily on top in the first treatment each day for the
 164 test group, but the same management was also practiced with the offer of the same
 165 amount of food without capsaicin for the negative control group. Capcin® was mixed
 166 with gestation and lactation diets under the following proportion 98.6 g of feed and 4
 167 g of Capcin®, with the dose administered on top of 100 g.

168 The experimental diets for gestation and lactation (Table 2) were isonutrients
 169 and isoenergetics, being formulated to meet minimum requirements for swine
 170 females with high genetic potential, according to Rostagno et al. (2017).

171 **Table 2** *Centesimal composition and energy and nutritional values of the diets used*
 172 *in the experiment.*

Macro Ingredients		Gestation	Lactation
Sorghum	%	77.5	0.00
Corn	%	0.00	51.30
Soybean meal	%	15.4	30.0
Wafer meal	%	0.00	8.00
Meat meal	%	4.75	0.00
Pork fat	%	0.50	3.50
Sugar	%	0.00	4,00
Calcitic limestone 38%	%	0.35	0,60
Dicalcium phosphate 18%	%	0.50	1.20
Salt	%	0.50	0.25
DL- Methionine	%	0.02	0.16
L- Lysine 80%	%	0.15	0.43
L- Threonine 98%	%	0.12	0.27
L- Tryptophan 98%	%	0.01	0.09
Enzyme complex ¹	%	0.10	0.10
Premix ²	%	0.10	0.10
Total	%	100.0	100.0
Nutritional Levels		Gestation	Lactation
Metabolizable Energy	Kcal/Kg	3170	3450
Crude Protein	%	15.85	18.87
Total Phosphorus	%	0.57	0.54
Calcium	%	0.67	0.64
Crude Fiber	%	2.59	3.05
Fat	%	3.58	6.77
Ashes	%	4.56	4.87
Total Lysine	%	0.80	1.33
Digestible Lysine	%	0.70	1.20

173 ¹Protease-containing enzyme complex, carbohydrase and phytase.

174 ² Premix, guarantee levels per kg of product: Choline: 75.000 mg kg⁻¹, Vitamin A: 50.000 UI, Vitamin
 175 D3: 75.000 UI, Vitamin E: 9000 mg kg⁻¹, Vitamin K3: 975 mg kg⁻¹, Vitamin B1: 500 mg kg⁻¹, Vitamin

176 B2: 1.200 mg kg⁻¹, Vitamin B6: 750 mg kg⁻¹, Vitamin B12: 8.000 mcg kg⁻¹, Vitamin D: 3900 UI/kg;
177 Niacin: 5.000 mg kg⁻¹, Pantothenic Acid: 3.000 mg kg⁻¹, Folic Acid: 500 mg kg⁻¹, Biotin: 20.000 mg
178 kg⁻¹, Iron: 30.000 mg kg⁻¹, Copper: 3.000 mg kg⁻¹, Manganese: 17.500 mg kg⁻¹, Zinc: 30.000 mg
179 kg⁻¹, Iodine: 200 mg kg⁻¹, Selenium: 150 mg kg⁻¹.

180 The feeding management practiced involved the restricted feeding of
181 pregnant sows with a single treatment per day; and ad libitum feeding for lactating
182 breeders, with four feedings per day. Water was provided at will in both phases,
183 through individual nipple drinkers.

184 The backfat thickness at point P2 was assessed at 95 days of gestation, on
185 the 10th day of lactation and at 19 days of lactation by May of ultrasound (Renco
186 Lean Meter ®, Minneapolis, MN, USA) (Augenstein et al., 1994). Daily feed intake
187 was computed only in the farrowing period. As reproductive zootechnical indexes
188 were evaluated the average of total births, average of live births, births of stillborn
189 and mummified and mortality rate from birth to weaning.

190 The frequency of piglet diarrhea was evaluated on days 0, 7, 14 and 17 of
191 lactation, according to the guidance of Sobestiansky and Barcelos (2012).

192 The estimation of colostrum production was performed according to the
193 methodology described by Devillers et al. (2004). Data from 33 litters of each group
194 were used, from sows that made up similar blocks for both treatments, including 464
195 and 463 piglets for the negative control and capsaicin groups, respectively.

196 The collection of colostrum for determining the concentration of IgG
197 immunoglobulin was performed at the time of delivery in the same matrices chosen
198 for the evaluation of colostrum production. Colostrum contents of the first pairs of
199 teats of the sow were used, collected in 50mL bottles. The collected material was
200 deposited in a sterile test tube. After 20 minutes, the colostrum sample was desorbed
201 and transferred to Ependorff tubes. The immunoglobulin concentrations of the
202 colostrum samples were analyzed by an indirect ELISA kit, according to the
203 manufacturer's instructions Bethyl Laboratories, Inc. USA, (IgA E101-102, IgG E101-
204 104, and IgM E101-117, Montgomery, Texas).

205 To assess the performance of the piglets, the animals were weighed on the
206 day of birth, at 10 years of age and at weaning (21 days of age). The results were

207 expressed in average piglet weight, litter weight and daily weight gain (ADG)
208 between these intervals.

209 The data were analyzed using the Minitab 17 program with the ANOVA tool
210 for linear models adjusted with the Tukey test with 5% significance. The results were
211 subjected to statistical analysis with a significance level of $p \leq 0.05$, and $p \leq 0.10$ to
212 indicate the tendency to difference in means.

213 Results

214 The parameters related to the sow's body condition (Table 3) reveal only a
215 trend ($P < 0.10$) for a greater backfat thickness in the swine females who received
216 capsaicin in the pre-birth moment, at 95 days of gestation. There was no trend (P
217 < 0.10) for the subsequent moments.

218 **Table 3** *Backfat thickness (BF) of sows submitted or not to capsaicin in the different*
219 *evaluated periods.*

Parameters	Treatments		SE ¹	P-value
	Control	Capsaicin		
BF pre-birth (95 gestation days)	18.03	19.09	0.328	0.095
BF 10 days lactation	18.35	19.00	0.324	0.331
BF 20 days lactation	16.10	16.60	0.277	0.393
Difference pre farrowing - 10 days	0.03	0.09	0.185	0.218
Difference 10 days - 19 days	-2.24	-2.39	0.199	0.715
Difference pre farrowing - 19 days	-1.89	-2.48	0.222	0.169

220 ¹SE is the standard error of the mean.

221

222 The average intake of colostrum in the first 24 hours after birth and the
223 respective weight gain of piglets in this interval (Table 4) did not differ between
224 treatments (Table 5), however there was a difference ($P < 0.05$) for the concentration
225 of IgG in the colostrum of the sows that received capsaicin.

226 **Table 4** *Values of colostrum intake and, daily weight gain (ADG) of piglets in the first*
227 *24 hours after birth, and IgG values according to experimental treatments.*

Parameters	Treatments		SE ¹	P-value
	Control	Capsaicin		
Colostrum intake* (g)	237	225	4.05	0.146
ADG after 24 h (g)	33.3	26,6	0.3	0.249

IgG (mg/ml)	153.8	185,75	6.97	0.040
-------------	-------	--------	------	-------

228 ¹SE is the standard error of the mean.

229

230 The number of live births, percentage of stillbirths, total litter weight and
 231 average weight of piglets at birth (Table 5) did not differ between treatments ($P >$
 232 0.05). At weaning, there were also no differences between treatments for the number
 233 of weaned, total litter weight and mortality rate. Nonetheless, there was a difference
 234 ($P < 0.045$) in favor of the capsaicin-treated group for the average weight of the piglet
 235 at weaning (+5.24%) and a trend ($p = 0.062$) for the ADG between birth and birth.
 236 weaning (+6.63%).

237 As for the daily feed intake of the lactating sow, there was an advantage
 238 ($P < 0.008$) for the group that received capsaicin between the interval between 0 and
 239 19 days of lactation, representing an additional 11.22% of intake.

240 **Table 5** *Reproductive and piglet performance according to experimental treatments.*

Parameters	Treatments			
	Control	Capsaicin	SE ¹	P-value
At birth				
Total born	16.30	16.40	0.227	0.919
Born alive	15.30	15.50	0.222	0.736
Stillbirth (%)	5.26	4.63	0.127	0.498
Litter live-weight (Kg)	19.84	20.26	0.313	0.507
Birth weight-BW (Kg)	1.307	1.322	0.018	0.556
At weaning				
Piglets weaned	12.20	12.3	0.154	0.771
Litter weight (Kg)	67.66	71.88	1.41	0.129
Weaning weight-WW (Kg)	5.53	5.82	0.08	0.045
ADG* 21 days (g)	211	225	0.004	0.062
Mortality (%)	12.33	10.66	0.352	0.811
Feed intake*				
0 – 10 days	5.46	5.79	0.222	0.376
0 – 19 days	6.15	6.84	0.268	0.008

241 ¹SE is the standard error of the mean.

242

243 As for the piglet diarrhea score (Table 6), there was a difference ($P < 0.05$) in
 244 the evaluations practiced on the 10th and 17th day of age, with the litter from sows
 245 that received capsaicin having fewer diarrheal conditions.

246 **Table 6** *Litter diarrhea frequency score from sows supplemented with or without*
 247 *capsaicin.*

Parameters	Treatments		SE ¹	P-value
	Control	Capsaicin		
Diarrhea day 0	0.00	0.00		
Diarrhea day 3	2.76	2.47	0.095	0.151
Diarrhea day 10	2.39	2.08	0.044	0.013
Diarrhea day 17	2.52	2.24	0.065	0.001

248 ¹SE is the standard error of the mean.

249

250 Discussion

251 The tendency of a greater backfat thickness at 95 days of gestation for the
 252 sows that received capsaicin is not related to the higher feed intake that this
 253 molecule can provide given its flavoring and appetite stimulating effect (Brugalli,
 254 2003; Manzanilla et al., 2004), as the supply of feed in this phase was restricted, and
 255 the quantity offered was similar for both treatments. On the other hand, this result
 256 can be attributed to the positive effects that the molecule has on salivary secretion,
 257 representing an increase in amylase, added to the stimulus in the secretion of
 258 intestinal and pancreatic enzymes (Costa et al., 2011, Manzanilla et al., 2004),
 259 positively favoring nutrient availability and digestive efficiency.

260 The condition of a greater backfat thickness at the end of the gestation period,
 261 within the limits recommended by genetics at this reproductive moment, can
 262 guarantee a better reproductive efficiency and greater longevity to the female (Theil
 263 et al., 2014) by preserving the loss of lactation weight is not excessive, without
 264 significant depletion of fat and body protein (Theil et al., 2019), leading to extensive
 265 positive repercussions for subsequent pregnancy (Koketsu et al., 2017).

266 In relation to the other measures of backfat thickness (at 10 and 19 days of
 267 lactation) and the relative losses of this tissue from birth until 10 and 19 days of
 268 lactation, the absence of difference between treatments (Table 3) is identified with
 269 the results obtained by IIsley et al. (2003), who found no difference in the loss of
 270 backfat thickness during lactation in swine females submitted to diets with the
 271 inclusion of a blend of plant extracts of capsicum, carvacrol and cinnamaldehyde. On
 272 the other hand, Matysiak et al. (2012) provided a mixture of extracts with carvacrol,

273 cinnamaldehyde and oleoresin from capsicum from the 90th day of gestation until
274 weaning and demonstrated that the loss of backfat thickness during lactation was
275 significantly lower in the swine females treated with this mixture, compared with
276 swine females in the control group.

277 Regarding the consumption of colostrum (Table 4), there was no difference
278 between treatments. The values of this consumption vary according to the sow
279 production and the capacity of ingestion of the piglets (Devillers et al., 2011).
280 According to Declerck et al. (2017), there is a positive association between average
281 birth weight and colostrum intake. In this work, we did not verify differences between
282 treatments in the number of live piglets at birth and their average weight. These
283 conditions may explain the similarity in the colostrum consumption values obtained.

284 Concerning the higher concentration of IgG in colostrum for the sows that
285 received capsaicin (Table 4), one should consider the immunostimulant characteristic
286 that this alkaloid has (Manzanilla et al., 2004). Lee et al. (2013), working with
287 chickens, observed that when associated with turmeric, capsaicin promoted greater
288 resistance to enteric diseases. In this line, capsaicin alone also demonstrated a
289 significant immune effect with the transcriptional control of intestinal intraepithelial
290 lymphocytes in chickens (Kim et al., 2010). Wojnicki et al. (2019) confirmed these
291 results, verifying that capsaicin also influenced the immune system, especially the T-
292 cell profile. It is worth noting that IgG immunoglobulin is the main component of
293 colostrum, being essential to meet the health challenges and improve the
294 performance of piglets in the first weeks of life (Kielland et al., 2015).

295 As for reproductive parameters (total, live, stillborn and mummified), the
296 absence of effects in favor of the group that received capsaicin may be since its
297 supply started in the final stage of gestation, at which time the number of concepts
298 was established. Nevertheless, the average birth weight and the total litter weight at
299 birth were also not different. These characteristics are difficult to manipulate, being in
300 general the use of additives or even the increase of feed at the end of the gestation
301 phase, ineffective conducts to promote these parameters (Table 5). In this sense,
302 capsaicin, even with its recognized potential for improving digestive efficiency

303 (Baumann et al., 2003; Manzanilla et al., 2004; Costa et al., 2011), did not promote
304 advantages for these characteristics.

305 Relative to the average weight at weaning and the weight gain from birth to
306 weaning (Table 5), the advantages observed for piglets from sows that received
307 capsaicin can be attributed to several actions of this alkaloid. Primarily, the best feed
308 intake in favor of this treatment (an increase of 0.69kg of feed per day, representing
309 an increase of 11.22%), has direct effects on milk production and, consequently, on
310 the performance of the piglets; but also, to the antioxidant, gastroprotective and anti-
311 inflammatory effects (Henning et al., 2011; Choi et al., 2017).

312 The higher feed intake observed for the capsaicin-treated group was within
313 heat stress conditions, where the average temperature and relative humidity were
314 29.56°C and 90.82%, respectively (Table 1), which may explain that this result is also
315 associated with the greater tolerance effect to the sensation of endogenous heat, by
316 the matrix, that this alkaloid provides from the desensitization of the TRPV receptors,
317 responsible for the sensation of pain and heat of the organism from the digestive
318 tract (Santoni et al., 2015).

319 This desensitization leads to a reduction in the effects of the sensation of heat
320 and, consequently, to a greater tolerance to the effects caused by environmental
321 temperatures above the thermal comfort zone, which lead to typical stress
322 responses, such as increased respiratory rate and rectal temperature, and
323 physiological changes in the mammary gland (Renaudeau et al., 2003; Martins and
324 Costa, 2008).

325 Another positive aspect of capsaicin is its antioxidant effect, acting protectively
326 against oxidative damage caused by free radicals, common in situations of metabolic
327 stress (Ogiso et al., 2008), even minimizing some syndromes of malabsorption and
328 gastrointestinal inflammation (Kim et al., 2010, John et al., 2011). In this theme, Lee
329 et al. (2003) observed that the administration of 3 mg/kg of body weight of capsaicin
330 to rats for three consecutive days resulted in the reduction of oxidative stress,
331 measured as malonaldehyde in the liver, lungs, kidneys, and muscle.

332 The better results of feed intake during the lactation phase may also have
333 influenced the lower rates of diarrhea observed on the 10th and 17th days of life of
334 the piglets in favor of the group treated with capsaicin (Table 6). Additionally, the
335 antibacterial effect of capsaicin should be considered, even though it is indirect, as its
336 possible action was directed at the sow, in addition to the increased concentration of
337 IgG in colostrum (Table 4). The antibacterial action results from the osmotic stress
338 that capsaicin determines, destroying the structures of the cell membrane and
339 inhibiting the expression of the genes responsible for bacterial cell growth (Kurita et
340 al., 2002). Also, the phenolic group of capsaicin can suppress the growth of bacteria,
341 reducing the stability of the membrane due to its hydrophobicity (Burt, 2004).

342 Other actions related to some plant extracts, including capsaicin, may have
343 favored the best results for the rate of diarrhea, such as its anti-inflammatory effect.
344 The offer of a combination of capsicum oleoresin, garlic, and saffron oleoresin
345 relieved diarrhea, indicating improvement in the height of intestinal villi and intestinal
346 barrier function in weaned piglets, partially neutralizing the inflammation induced by
347 an E coli challenge (Liu et al., 2013). The modulation of intestinal microflora is also
348 attributed to some essential oils, with emphasis on capsaicin, resulting in an increase
349 in the population of lactobacilli and the proportion of lactobacilli for enterobacteria in
350 the jejunum (Manzanilla et al., 2006), favoring intestinal health and zootechnical
351 performance.

352 **Conclusion**

353 Capsaicin, as an additive in the diet of lactating sows in the final stages of
354 gestation and lactation, has positive effects on the feed intake of the sow and her
355 immune profile, with benefits on the performance and the reduction of the diarrheal
356 conditions of the suckling piglets.

357

358 **References**

- 359 Agarwal A, Said TM, Bedaiwy MA, Banerjee J, Alvarez JG 2006. Oxidative stress in
360 an assisted reproductive technique setting. *Fertil Steril*, 503-512.
- 361 Augenstein ML, Johnston LJ, Shurson GC, Hawton JD and Pettigrew JE 1994.
362 *Formulating Farm-Specific Swine Diets*. Minnesota University, St. Paul.
- 363 Baumann B, Brikle G, Pinkas M 2003. Effect of dietary oregano extract on the
364 development of swine dysentery in a pure culture challenge model. *Biologische*
365 *Tiermedizin*, 11, 296-299.
- 366 Berchieri-Ronchi CB, Kim SW, Zhao Y, Correa CR, Yeum KJ, Ferreira ALA 2011.
367 Oxidative stress status of highly prolific sows during gestation and lactation. *Animal*.
- 368 Brugalli I 2003. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos
369 como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: *Simpósio sobre Manejo*
370 *e Nutrição de Aves e Suínos*. Anais... Campinas: CBNA, 167-182.
- 371 Burt S 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in
372 foods - A review. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223–253.
- 373 Choi JH, Jin SW, Choi CY, Kim HG, Lee GH, Kim YA, Chung YC and Jeong HG
374 2017. Capsaicin inhibits dimethylnitrosamine-induced hepatic fibrosis by inhibiting the
375 TGF- β 1/smad pathway via peroxisome proliferator- activated receptor gamma
376 activation.
- 377 Costa LB, Berenchtein B, Almeida VV, Tse MLP, Andrade C and Miyada VS 2011.
378 Phytobiotic additives and sodium butyrate as growth promoters of weanling pigs.
379 *Archivos de Zootecnia* 60, 687–698.
- 380 Declerck I, Sarrazin S, Dewulf J and Maes D 2017. Sow and piglet factors
381 determining variation of colostrum intake between and within litters. *animal* 11, 1336–
382 1343.

- 383 Devillers N, Van Milgen J, Prunier A and Le Dividich J 2004. Estimation of colostrum
384 intake in the neonatal pig. *Animal Science* 78, 305–313.
- 385 Devillers N, Le Dividich J and Prunier A 2011. Influence of colostrum intake on piglet
386 survival and immunity. *Animal* 5, 1605–1612.
- 387 Galiot I, Lachance I, Laforest, J-P, Guay F 2018. Modelling piglet growth and
388 mortality on commercial hog farms using variables describing individual animals,
389 litters, sows and management factors. *Animal Reproduction Science*.
- 390 Gourley KM, Nichols GE, Sonderman JA, Spencer ZT, Woodworth JC, Tokach MD,
391 Derouchey JM, Dritz SS, Goodband RD, Kitt SD, Stephenson EW 2017. Determining
392 the impact of increasing standardized ileal digestible lysine for primiparous and
393 multiparous sows during lactation^{1,2}. *Translational Animal Science*, 426–436.
- 394 Henning SM, Zhang Y, Seeram NP, Lee RP, Wang P, Bowerman S and Heber D
395 2011. Antioxidant capacity and phytochemical content of herbs and spices in dry,
396 fresh and blended herb paste form. *International Journal of Food Sciences and*
397 *Nutrition* 62, 219–225.
- 398 Ilsley SE, Miller HM, Greathead HMR, Kamel C 2003. Plant extracts as supplements
399 for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet
400 digestibility. *Animal Science* 77, 247–254.
- 401 John LJ, From M, Schulzke JD 2011. Epithelial barriers in intestinal inflammation.
402 *Antioxidant & Redox signaling, Larchmont*, 15, 255-1270.
- 403 Kielland C, Rootwelt V, Reksen O and Framstad T 2015. The association between
404 immunoglobulin G in sow colostrum and piglet plasma. *Journal of Animal Science* 93,
405 4453–4462.
- 406 Kim DK, Lillehoj HS, Lee SH, Jang SI, Bravo D 2010. High-throughput gene
407 expression analysis of intestinal intraepithelial lymphocytes after oral feeding of
408 carvacrol, cinnamaldehyde, or Capsicum oleoresin. *Poultry Science* 89, 68–81.
- 409 Kirkwood RN, Thacker PA 2001. *Feeding and Management of The Sow During*

- 410 Lactation. Saskatchewan – Agriculture and Food.
- 411 Koketsu Y, Tani S and Lida R 2017. Factors for improving reproductive performance
412 of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health*
413 *Management* 3, 1–10.
- 414 Kurita S, Kitagawa E, Kim CH, Momose Y and Iwahashi H 2002. Studies on the
415 antimicrobial mechanisms of capsaicin using yeast dna microarray. *Bioscience,*
416 *Biotechnology and Biochemistry* 66, 532–536.
- 417 Lee CY, Kim M, Yoon SW, Lee C H 2003. Short-term control of capsaicin on blood
418 and oxidative stress of rats in vivo. *Phytotherapy Research*,17, 454-458.
- 419 Lee SH, Lillehoj HS, Jang SI, Lillehoj EP, Min W, Bravo DM 2013. Dietary
420 supplementation of young broiler chickens with *Capsicum* and turmeric oleoresins
421 increases resistance to necrotic enteritis. *British Journal of Nutrition*,110, 840–847.
- 422 Liu Y, Song M, Che TM, Bravo D, Pettigrew JE 2012. Anti-inflammatory effects of
423 several plant extracts on porcine alveolar macrophages in vitro. *Journal of Animal*
424 *Science* 90, 2774–2783.
- 425 Liu Y, Song M, Che TM, Almeida JAS, Lee JJ, Bravo D, Maddox CW and Pettigrew
426 JE 2013. Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of
427 weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*. *Journal of*
428 *Animal Science* 91, 5294–5306.
- 429 Manirakiza P, Covaci A, Schepens P 2003. Pungency principles in *Capsium*,
430 analytical determinations and toxicology. In: DE, A. K.; ed., *Capsicum: The genus*
431 *Capsicum*. London: Taylor & Francis.
- 432 Manzanilla EG, Perez JF, Martin M, Kamel C, Baucells F, Gasa J 2004. Effect of
433 plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs.
434 *Journal of Animal Science*, 11, 3210–3218.
- 435 Manzanilla EG, Nofrarias M, Anguita M, Castillo M, Perez JF, Martín-Orúe SM,

- 436 Kamel C and Gasa J 2006. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract
437 combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *Journal of Animal*
438 *Science* 84, 2743–2751.
- 439 Martins T and Costa A 2008. Desempenho e comportamento de fêmeas suínas
440 lactantes criadas em climas tropicais. *Archivos de Zootecnia* 57, 77–88.
- 441 Matysiak B, Jacyno E, Kawecka M, Kołodziej-Skalska A and Pietruszka A 2012. The
442 effect of plant extracts fed before farrowing and during lactation on sow and piglet
443 performance. *South African Journal of Animal Sciences* 42, 15–21.
- 444 Narasimha Prasad BC, Kumar V, Gururaj HB, Parimalan R, Giridhar P, Ravishankar
445 GA 2006. Characterization of capsaicin synthase and identification of its gene (*csy1*)
446 for pungency factor capsaicin in pepper (*Capsicum* sp.). *Proc Natl Acad Sci*.
- 447 Ogiso Y, Hosoda-Yabe R, Kawamoto Y, Kawamoto T, Kato, K Yabe, T 2008. An
448 Antioxidante of Dried Chilli pepper Maintained Its Activity Through Postharvest
449 Ripening for 18 Months. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 12, 3297 –
450 3300.
- 451 Pedersen TF, Chang CY, Trottier NL, Bruun TS, Theil PK 2019. Effect of dietary
452 protein intake on energy utilization and feed efficiency of lactating sows. *Journal of*
453 *Animal Science*, 779-793.
- 454 Quiniou N, Renaudeau D, Dubois S, Noblet J 2000. Influence of high ambient
455 temperatures on food intake and feeding behavior of multiparous lactating sows.
456 *Animal Science*, 471-479.
- 457 Renaudeau D, Noblet J and Dourmad JY 2003. Effect of ambient temperature on
458 mammary gland metabolism in lactating sows. *Journal of Animal Science* 81, 217–
459 231.
- 460 Rostagno HS, Albino LFT, Hannas M I, Donzele, JL, Sakomura NS, Perazzo FG,
461 Saraiva A, Teixeira ML, Rodrigues PB, Oliveira R F, Barreto, SLT, Brito CO 2017.
462 *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos*.

- 463 Sancho R, Lucena C, Macho A, Calzado MA, Blanco-Molina M, Minassi A,
464 Appendino G, Muñoz E 2002. Immunosuppressive activity of capsaicinoids: capsiate
465 derived from sweet peppers inhibits NF- κ B activation and is a potent antiinflammatory
466 compound in vivo. *European Journal of Immunology* 32, 1753–1763.
- 467 Santoni G, Cardinali C, Morelli BB, Santoni M, Nabissi M and Amantini C 2015.
468 Danger- and pathogen-associated molecular patterns recognition by pattern-
469 recognition receptors and ion channels of the transient receptor potential family
470 triggers the inflammasome activation in immune cells and sensory neurons. *Journal*
471 *of Neuroinflammation* 12, 1–10.
- 472 Shi M, Zang J, Li Z, Shi C, Liu L, Zhu Z, Li D 2015. Estimation of the optimal
473 standardized ileal digestible lysine requirement for primiparous lactating sows fed
474 diets supplemented with crystalline amino acids. *Animal Science Journal*, v. 86, 891–
475 896.
- 476 Sobestiansky J e Barcellos DESN 2012. Monitoramentos clínicos. In: Sobestiansky J
477 e Barcellos D.E.S.N.; et al (Eds.). *Doenças dos Suínos*. Goiânia: Cãnone editorial,
478 2012, p.889-892.
- 479 Theil PK, Lauridsen C and Quesnel H 2014. Neonatal piglet survival: impact of sow
480 nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and
481 composition of colostrum and transient milk. *Animal* 8, 1021–1030.
- 482 Theil PK, Nielsen MO, Sørensen MT and Lauridsen C 2019. Chapter 17. In Pugg's
483 *Portmanteau*, pp. 327–338. University of Calgary Press.
- 484 Wojnicki SJ, Morris A, Smith BN, Maddox CW and Dilger RN 2019.
485 Immunomodulatory effects of whole yeast cells and capsicum in weanling pigs
486 challenged with pathogenic *Escherichia coli* 1. *Journal of Animal Science* 97, 1784–
487 1795.
- 488 Xue I, Piao X, Li D, Li P, Zhang R, Kim SW, Dong B 2012. The effect of the ratio of
489 standardized ileal digestible lysine to metabolizable energy on growth performance,
490 blood metabolites and hormones of lactating sows. *Journal of Animal Science and*

491 Biotechnology, 11.

492 Zeng Z, Zhang S, Wang H and Piao X 2015. Essential oil and aromatic plants as
493 feed additives in non-ruminant nutrition: A review. Journal of Animal Science and
494 Biotechnology 6.

495

496

497

498

ANEXOS

499

ANEXO A

500

Protocolo de Experimento Animal aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual

501

de Londrina (CEUA/UUEL)

502



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 117/2018

Londrina, 18 de julho de 2018.

Prezado (a) professor (a)

Certificamos que o projeto intitulado: "Avaliação de capcin sobre o desempenho da fêmea suína na fase final de gestação e lactação" protocolo CEUA nº 12264.2018.73 sob a responsabilidade de Caio Abércio da Silva, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UUEL), em reunião realizada em **17/07/2018**.

Este projeto tem por objetivo: Avaliar o efeito do fornecimento de Capcin® sobre o desempenho de fêmeas. Mensurar o consumo e a condição corporal de matrizes gestantes e lactantes submetidas a dietas com Capcin®. Avaliar a ingestão de colostro e o nível de imunoglobulinas dos leitões 24 horas após o parto. Grau de invasividade=1

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa científica
Vigência da autorização	01/10/2018 a 30/11/2018
Espécie/ linhagem/ raça	Suíno
Nº de animais	300
Peso/ Idade	220kg/ maior de 300 dias
Sexo	Fêmeas
Origem	Fazenda Felicidade (Alkroma)
Amostras a serem coletadas	Sangue, Fezes, Colostro

Cumpra-se orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UUEL anteriormente à execução das modificações.

Coloco-me à disposição, para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários. Sem mais para o momento, subscrevo, cordialmente.

Maria Fernanda R. Graciano
Prof.ª Dra. Maria Fernanda Rodrigues Graciano
Coordenadora da CEUA/UUEL

**Prof.ª Dr.ª Maria Fernanda
Rodrigues Graciano**
Coordenadora da Comissão de
Ética no Uso de Animais
Universidade Estadual de Londrina
ceua@uel.br / (43) 3371-5454

Ilmo.(a) Sr.(a)
Prof. (a) Dr (a). Caio Abércio da Silva
Responsável pelo projeto
Departamento de Zootecnia/ Suinocultura/CCA

C/C para a Chefia do Depto de Zootecnia/CCA
C/C para a Direção de Centro do CCA

503

ANEXO B

504

Normas para submissão de artigos científicos na Revista *animal*, An International

505

Journal of Animal Bioscience.

animal**An International Journal of Animal Bioscience****Instructions for authors**

Last updated June 2018

Introduction

animal – an International Journal of Animal Bioscience is a peer-reviewed journal, published monthly in English, in both print and online formats (12 issues making a volume). Special issues or supplements may also be produced upon agreement with the Editorial Board. There are no page charges, except for reproduction of illustrations printed in colour and for the Open Access option that requires payment of an Article Processing charge.

The scope of the journal, the expected standards of published articles, the article types published by *animal*, the ethics policy, the evaluation procedures and peer-review criteria, the handling of misconducts as well as procedures for complaints and appeals are presented in the Publication policies available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Submitted manuscripts should not have been published previously, except in a limited form (e.g. abstract or short communication to a symposium or part of MSc or PhD theses) and should not be under consideration for publication by another journal. Book reviews are not accepted.

General specifications for different types of article**Table 1** *Specifications for the articles published in animal*

Article type	Maximum length (all text except figures)	Maximum number of tables plus figures	Maximum number of references	Additional information
Original research	7 000 words (= 9 journal pages)	8	35	
Short communications	3 000 words	3	10	
Reviews	9 500 words (= 12 journal pages)	10	50	
Opinion papers	1700 words (= 2 journal pages) or 1 200 if a figure is submitted	1	5	
All article types			5 references per 1000 words	Supplementary material can be proposed and will be made available online

Recommendations for preparation of papers

The responsibility for the preparation of a paper in a form suitable for publication lies with the author. Authors should consult recent articles of *animal*, available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal>, to make themselves familiar with the layout and style of *animal*. A **style sheet** summarising these indications is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Before submitting your manuscript, you should consult the pre-submission checklist at (<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>). Manuscripts that do not comply with the specifications described in Table 1 or with the directions detailed below will not be accepted for peer-review. Compliance with instructions will ensure that manuscripts are peer reviewed exclusively on academic merit. Any deviations from these instructions will be at the discretion of the Editor-in-Chief.

All co-authors must agree with the content of the manuscript. Authors must have obtained permission to use copyrighted material in the manuscript prior to submission. Work described in the manuscript must comply with ethical guidelines available on the website <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors> and be reported according to "The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research" detailed in Kilkenny *et al.* (2010)¹ and summarised at www.nc3rs.org.uk.

Scientific writing

A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analysed, the hypothesis is clear. The reporting is complete. The central message is identified. Arguments and evidence are presented in a clear, logical and balanced way from the most general to the specific points. Discussion connects all results obtained in an organised and proper way with a clear interpretation. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise.

English

A good quality of written English is required. Spelling may be in British or American English, but must be consistent throughout the paper. Care should be exercised in the use of agricultural terminology that is ill-defined or of local familiarity. If the English is not good enough, the manuscript will be sent back to the authors with a recommendation that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before re-submission. Cambridge University Press lists a number of third-party services specialising in language editing and / or translation at: <https://www.cambridge.org/core/services/authors/language-services> and suggests that authors contact them as appropriate. Use of any of these services is at the author's own expense. The copy-editor will not perform language editing.

Manuscript layout

Manuscripts should be prepared using a standard word processing programme such as Microsoft Word, and presented in a clear, readable format with easily identified sections and headings. A style sheet is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Manuscript layout directions

- Typed with double-line spacing with wide margins (2.5 cm)
- Lines must be continuously numbered; the pages must also be numbered
- Arial 12 should be used for the text, and Arial 11 for tables and references
- Sections should typically be assembled in the following order: Title, Authors, Authors' affiliations including department and post/zip codes, Corresponding author, Short title, Abstract, Keywords, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References, Tables, List of figure captions

¹ Kilkenny C, Browne WJ, Cuthill IC, Emerson M and Altman DG 2010. Improving bioscience research reporting: The ARRIVE guidelines for reporting animal research. *PLoS Biology* 8, e1000412. doi: 10.1371/journal.pbio.1000412.

- Use of small paragraphs with less than 6 to 8 lines must be avoided
- Footnotes in the main text are to be avoided
- The manuscript complies with the section specific requirements set out below

Full title

The title needs to be concise and informative. It should:

- (a) attract the attention of a potential reader scanning a journal or a list of titles;
- (b) provide sufficient information to allow the reader to judge the relevance of a paper to his/her interests;
- (c) incorporate keywords or phrases that can be used in indexing and information retrieval, especially **the animal species** on which the experiment has been carried out;
- (d) avoid inessentials such as 'A detailed study of ...', or 'Contribution to ...';
- (e) not include the name of the country or of the region where the experiment took place;
- (f) not include Latin names, if there is a common name, or abbreviations.

Full title directions

- No more than 170 characters including spaces
- Include "Review:", "Invited review:" or "Animal board invited review:" before the full title if required (see Table 1)
- Title of an invited opinion paper should start with "Opinion paper:"
- Title of a short communication should start with "Short communication:"

Authors and affiliations

Information, such as author names and affiliations, may be automatically extracted at the time of submission. To take advantage of the extraction process, you must 1) use a superscript number after each author name and, 2) begin each full affiliation with the corresponding superscript number as follows:

Example

J. Smith^{1,a}, P.E. Jones², J.M. Garcia^{1,3} and P.K. Martin Jr⁴ [initials only for first names]

¹*Department of Animal Nutrition, Scottish Agricultural College, West Main Road, Edinburgh EH9 3JG, UK*

²*Animal Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA*

³*Laboratorio de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, C. Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza, Spain*

⁴*Dairy Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA*

^a*Present address: Dairy Science Laboratory, AgResearch, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand* (for any author of the list whose present address differs from that at which the work was done)

Corresponding author: John Smith. E-mail: John.Smith@univ.co.uk.

The corresponding author who submits and manages the manuscript during the submission/review process must be registered on Editorial Manager. He or she can be different from the corresponding author indicated in the manuscript who will be the correspondent for the published paper. Only one corresponding author is indicated in the manuscript.

Short title (max 50 characters including spaces)

Authors should provide a short title (after the corresponding author line) with the same specifications as the full title for use as a running head. If the short title is not appropriate, it could be modified by the Editorial Office, with the author's agreement.

Abstract (max 400 words, single paragraph)

The abstract should be complete and understandable, without reference to the paper. It is important to attract the attention of potential readers. The context and the rationale of the study are presented succinctly to support the objectives. Experimental methods and main results are summarised but should not be overburdened by numerical values or probability values. The abstract ends with a short and clear conclusion. Citations and references to tables and figures are not acceptable. Abbreviations used in the abstract must be defined in the abstract.

Keywords (5 keywords)

Keywords are essential in information retrieval and should not repeat words in the title with respect to indicating the subject of the paper.

Keyword directions

- Five keywords
- Keywords should be short and specific
- The animal species or type is among the keywords but differently from the title
- The use of non-standard abbreviations in the list of keywords is not allowed

Implications (max 100 words)

Implications must explain the expected impact that the results may have on practice, when they will be applied. Impact may be economic, environmental or social. Implications should not be limited to presenting the context and objectives, and should not be an "abstract of the abstract". They are written in simple English suitable for non-specialists or even non-science readers. Use of non-standard abbreviations is discouraged.

Introduction

The introduction briefly outlines the context of the work, presents the current issues that the authors are addressing and the rationale to support the objectives, and clearly defines the objectives. For hypothesis-driven research, the hypothesis under test should be clearly stated. Increasing the knowledge on a subject is not an objective *per se*.

Material and methods

Material and methods should be described in sufficient detail so that others can repeat the experiment. Reference to previously published work may be used to give details of methods, provided that references are readily accessible and in English.

Critical methodologies, including mathematical equations and statistical models must be described in detail either in the Material and Methods section or in the Supplementary Materials. For these critical methodologies, results from quality control tests must be reported (e.g. intra/inter-assay CV, recovery tests...).

If a proprietary product is used as a source of material in experimental comparisons, it should be described using the appropriate chemical name. If the trade name is helpful to the readers, provide it in parentheses after the first mention. Authors who have worked with proprietary products, including equipment, should ensure that the manufacturers or suppliers of these products have no objections to publication if the products, for the purpose of experimentation, were not used according to the manufacturer's instructions.

Statistical analysis of results

The statistical analysis of results should be presented in a separate sub-section of the "Material and methods" section. The statistical design and the models of statistical analysis must be described, as well as each of the statistical methods used. Sufficient statistical details must be given to allow replication of the statistical analysis. The experimental unit must be defined (e.g. individual animal, group/pen of animals). Generally, and when there are more than 2 treatments, an analysis of variance with F-tests is preferred to multiple *t*-tests. A statistical guide for authors is available on the website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>. The publication of Lang and Altman (2013)² can also be used as a reference.

Statistics directions

- In the text, the probability of significance is indicated by the following conventional standard abbreviations (which need not be defined): $P > 0.05$ for non-significance and $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$ for significance at these levels. Exact level of probability (e.g. $P = 0.07$) can also be used
- When data are analysed by analysis of variance, a residual error term, such as the pooled standard error, the residual standard deviation (RSD), or the root mean square error (RMSE) is given for each criteria/item/variable/trait in a separate column (or line)

² Lang T and Altman D 2013. Basic statistical reporting for articles published in clinical medical journals: the SAMPL guidelines. In Science editors' handbook (ed. Smart P, Maisonneuve H and Polderman A), pp. 175-182. European Association of Science Editors, Exeter, UK. This document may be reprinted without charge but must include the original citation.

- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error (e.g., for a standard error of 1.2, the mean values should be reported as 15)
- In tables, probabilities are indicated in a separate column. The *P* values (e.g. $P = 0.07$) are reported or indicated by *, ** and *** for $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively
- In tables, differences between treatments (or comparison of mean values) are indicated using superscript letters with the following conventional standard: a, b for $P < 0.05$; A, B for $P < 0.01$; in most cases, the 0.05 level is sufficient

Results - Discussion

Separation between Results and Discussion is preferred to highlight the interpretation of results. Presentation of Results and Discussion in a single section is possible but discouraged.

Acknowledgements

In this section, the authors may acknowledge (briefly) their support staff, their funding sources (with research funder and/or grant number), their credits to companies or copyrighted material, etc.

Declaration of interest. Papers with a potential conflict of interest must include a description/explanation of the conflict in the Declaration of interest section.

Ethics statement. Where relevant, approval of the work by an ethics committee or compliance of the work with national legislation, as relevant, must be described in this section.

Software and data repository resources. Authors must indicate whether their data or models are deposited in an official repository and give the full reference. They should also indicate the access rights.

References

Citations from international refereed journals or from national refereed journals with at least an English abstract are preferred. Citations from national abstracts/conference proceedings, MSc or PhD thesis, institutional/technical reports, non-English documents that cannot be obtained easily by the reader or that are not peer-reviewed should be minimized. In general, no more than 3 references can be given for the same statement (except for reviews and meta-analyses).

Citation of references. In the text, references should be cited by the author(s) surname(s) and the year of publication (e.g. Smith, 2012). References with two authors should be cited with both surnames (e.g. Smith and Wright, 2013). References with three or more authors should be cited with the first author followed by *et al.* (in italics; e.g. Smith *et al.*). Multiple references from the same author(s) should be as follows: Wright *et al.* (1993 and 1994), Wright *et al.* (1993a and 1993b). Names of organisations used as authors (e.g. Agricultural and Food Research Council) should be written in full in the list of references and on first mention in the text. Subsequent mentions may be abbreviated (e.g. AFRC).

"Personal communication" or "unpublished results" should follow the name of the author in the text where appropriate. The author's initials but not his title should be included, and such citations are not needed in the reference list.

In-text citation directions

- Cite references by name(s) of author(s) and year of publication
- Use Doe (2014) or (Doe, 2014) for single authors
- Use Doe and Smith (2014) or (Doe and Smith, 2014) for two authors
- Use Doe *et al.* (2014) or (Doe *et al.*, 2014) for three or more authors
- "*et al.*" is in italics
- When multiple references are cited, rank them preferably by chronological order using commas and semicolons: (Doe, 1999; Smith and Doe, 2001; Doe *et al.*, 2014 and 2015)

List of references. Literature cited should be listed in alphabetical order by authors' names and references should not be numbered. **It is the author's responsibility to ensure that all references are correct.**

Journal article directions

- References from journal articles are formatted as:

Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Article title. Full Name of the Journal Volume, first-last page numbers.

Examples

- Berry DP, Wall E and Pryce JE 2014. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal* 8 (suppl. 1), 115–121.
- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Dirk Pfeiffer D and Nicol CJ 2008. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS ONE* 3, e1545.
- Martin C, Morgavi DP and Doreau M 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4, 351-365.
- Pérez-Enciso M, Rincón JC and Legarra A 2015. Sequence- vs. chip-assisted genomic selection: accurate biological information is advised. *Genetics Selection Evolution* 47, 43. doi:10.1186/s12711-015-0117-5.
- When the article is online but not yet printed, the right format is:
Zamaratskaia G and Squires EJ 2008. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal*, doi:10.1017/S1751731108003674, Published online by Cambridge University Press 17 December 2008.
- No punctuation (i.e. no comma or full stop or semicolon) between the surname and initials of an author, after initials, before publication years, after journal names and before volume numbers
- Include "and" (without comma) before the last author for multiple author references
- All authors' names are provided, do not use "*et al.*" in the reference list
- Publication years are included after the author list without parentheses
- No capitals for article titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Journal names are given in full (not in abbreviated form) and the initial letter of all main words is capitalised (except little words such as "and", "of", "in", "the..."), e.g. *Journal of Animal Science*
- Issue numbers are not mentioned
- Use a comma (","), not a semicolon (";") before page numbers
- Page numbers are given in full (e.g. "1488-1496" not "1488-96")

Book directions

- References from books or official reports are formatted as:
Author(s)/Editor(s)/Institution Year. Book title, volume number if more than 1, edition if applicable. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Examples

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2004. Official methods of analysis, volume 2, 18th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW and Wolfinger RD 1996. SAS system for mixed models. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Martin P and Bateson P 2007. Measuring behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- National Research Council (NRC) 2012. Nutrient requirements of swine, 11th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- The list of author or editor name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Detailed publisher information is given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are listed, it is acceptable to use only the first one.

Examples

- AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- FAO, Rome, Italy.

Book chapter directions

- References from chapters or parts of books are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Chapter title. In Title of book (ed. A Editor and B Editor), pp. first-last page numbers. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Example
 - Nozière P and Hoch T 2006. Modelling fluxes of volatile fatty acids from rumen to portal blood. In Nutrient digestion and utilization in farm animals (ed. E Kebreab, J Dijkstra, A Bannink, WJ Gerrits and J France), pp. 40–47. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)
Example
 - Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for chapter and book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Detailed publisher information are given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are listed, it is acceptable to use only the first one.
Examples
 - AOCS Press, Champaign, IL, USA.
 - Cambridge University Press, Cambridge, UK.
 - Editions Quae, Versailles, France.

Proceedings/Conference papers directions

- References from proceedings or conference papers are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Paper title. Proceedings of the (or Paper presented at the) XXth Conference title, date of the conference, location of the conference, pp. first-last page numbers or poster/article number.
Please note – If proceedings are published in a journal, the article should be formatted as for a journal article. If they have been published as chapters in a book, the article should be formatted as for a chapter in a book.
Examples
 - Bispo E, Franco D, Monserrat L, González L, Pérez N and Moreno T 2007. Economic considerations of cull dairy cows fattened for a special market. In Proceedings of the 53rd International Congress of Meat Science and Technology, 5-10 August 2007, Beijing, China, pp. 581–582.
 - Martuzzi F, Summer A, Malacarne M and Mariani P 2001. Main protein fractions and fatty acids composition of mare milk: some nutritional remarks with reference to woman and cow milk. Paper presented at the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 26-29 August 2001, Budapest, Hungary.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)
Example
 - Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for paper titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Conference dates are provided in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Conference locations are given and listed as:
City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Examples
 - Champaign, IL, USA.
 - Cambridge, UK.
 - Versailles, France.
 - Geneva, Switzerland.

Website directions

- References from websites are formatted as:
Author(s)/Institution Year. Document/Page title. Retrieved on DD Month YYYY (i.e. accessed date) from [http://www.web-page address \(URL\)](http://www.web-page address (URL)).
Examples
 - Bryant P 1999. Biodiversity and Conservation. Retrieved on 4 October 1999, from <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm>
- The list of author name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)
Example
 - Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for document/page titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Dates when documents were retrieved are included in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Web-page addresses are provided

Thesis directions

- References from theses are formatted as:
Author AB Year. Thesis title. Type of thesis, University with English name, location of the University (i.e. City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country).
Example
 - Vlaeminck B 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids: indicators of rumen digestion for optimisation of dairy cattle feeding. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium.
- Author's name and publication year are written as for journal articles
Example
 - Author AB Year.
- No capitals for thesis titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Degree levels are given, e.g. PhD, MSc
- University names and locations are given and listed as:
- University name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Examples:
 - Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
 - Cambridge University, Cambridge, UK.

Tables

Tables should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form.

Please refer to the style sheet available at

<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Table directions

- Each table is on a separate page at the end of the main text (one table per page)
- Tables are typed, preferably in double spacing. Single spacing is possible for long tables
- Tables are numbered consecutively using Arabic numbering. They are referred to as Table 1, Table 2, etc., with capital 'T', no italics
- Each table has its own explanatory caption. The caption is sufficient to permit the table to be understood without reference to the text. The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results
- Tables are created in Word using the table function within the programme (without using tabs). Layout can be portrait or landscape
- Large tables are discouraged in the manuscript but they may be submitted as Supplementary Material
- No vertical lines between columns and no horizontal lines between rows of data
- Generally, variables are in rows and treatments in columns
- Column headings are concise

- Separate columns are included to present the basic statistical results: error terms (preferably residual error terms) and probabilities
- Row items are organized with main items followed by indented sub-items in order, e.g. to group the criteria that share the same type of measurements or the same unit
- For any (sub-)item, only the first letter of the first word is in capitals
- Units are clearly stated either in the caption (only if a limited number of units are used), or for each (sub-)item. Standard abbreviations for units are used
- Footnotes are referenced using superscript numbers
- Abbreviations used in a table are defined as footnotes (preferred option) or in the caption
- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error
- Number of decimals for the indicators of residual variability (RSD, SEM, RMSE etc.) are either identical to that chosen for mean values or have one more decimal. The choice is consistent in all the tables
- See above (Statistics) for the presentation of statistical results in tables

Figures

Figures should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form. Specific guidelines are provided for images (see Image Integrity and Standards).

Figure directions

- Figure captions are all listed on a separate page at the end of the main text
- Figures are numbered consecutively in the text. They are referred to as Figure 1, Figure 2, etc., the word 'Figure' being spelled out with capital 'F', no italics
- Captions begin as Figure 1, Figure 2, etc. They are sufficiently detailed to allow the figure to be understood without reference to the text ("Figure 1 Effect of fat source and animal breed on carcass composition in pigs" is preferred to "Figure 1 Carcass composition"). The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results. Abbreviations used in each figure have to be defined in the caption and kept to a minimum
- Figures are not inserted in the text. Each figure (without caption) is uploaded separately with **one separate file per figure and no embedded captions in these files**
- Figure size should be readable in a width of approximately 175 mm (i.e. the maximum size of printing over two columns). Easy reading of the figure is required
- Ensure that the font size is large enough to be clearly readable at the final print size (should not be less than 8 point, or 2.8 mm, after reduction). We recommend you use the following fonts: Arial, Courier, Symbol, Times, Times New Roman and ensure that they are consistent throughout the figures. In addition, ensure that any fonts used to create or label figures are embedded if the application provides that option
- Symbols and line types should allow different elements to be easily distinguished (generally, solid symbols are used before open symbols, and continuous lines before dotted or dashed lines)
- Figures are usually supplied as black and white
- Colours can be used in figures if they are essential to understanding the figure. Publication charges are made for colour figures. The cost for reproducing figures in colour within the printed issue is £200.00 / \$320.00 per figure
- If figures are to be printed in colour, use CMYK (instead of RGB) colour mode preferably
- Figures should be provided as TIFF or EPS files. Other formats, such as MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, AI and layered PSD (up to CS5), are permitted, provided that figures have been originally created in these formats and that the embedded artwork is at a suitable resolution.
- Resolutions for TIFF figures at the estimated publication size must be:
 - for line figures (e.g. graphs) – 1200 dpi (6000 px for 1 column, 8400 px for 2 columns)
 - for figures with different shadings (e.g. bar charts) – 600 dpi (3000 px for 1 column, 4200 px for 2 columns)

- for half tones (e.g. photographs) – 300 dpi (1500 px for 1 column, 2100 px for 2 columns)
- Images from the internet are unacceptable, because most of them have a resolution of only 72 dpi
- If your drawing/graphics application does not provide suitable ‘export’ options, then copy/paste or import the graphic into a Word document
- For further information, please refer to the Cambridge Journals Artwork Guide, which can be found online at: <http://journals.cambridge.org/artworkguide>

Image Integrity and Standards

Any image produced by an instrument (e.g. scanner, microscopy...) with the objective of being used to derive quantitative results is considered as original data. Manuscripts that report images without any quantitative findings are not acceptable. Digitalisation of an image converts the image into numerical values that can be analysed like any other numerical values. The full information may prove important beyond what the author would like to show. Hence images submitted with a manuscript should be minimally processed; some image processing is acceptable (and may be unavoidable), but the final image must accurately represent the original data and exclude any misinterpretation of the information present in the original image. If original data are used just to illustrate a point, this should be accompanied by a clear statement in the manuscript telling the reader this and explaining what is being demonstrated. Please refer to the [Office of Research Integrity guidelines](#) on image processing in scientific publication.

Image Integrity and Standards directions

- Image acquisition: Equipment and conditions of image acquisition and processing must be detailed in the Material and methods section. This includes the make and model of equipment, the acquisition and the image processing software, and the image treatment if any. If you export files from an acquisition device, make sure to use a format with no loss of information and do not file them into a higher resolution than that of acquisition. Authors have the responsibility to archive original images, with their metadata, in their original format without any compression or compressed without loss of information.
- Preparation of images for a manuscript: For guidance, we refer to the Journal of Cell Biology’s instructions to authors (http://jcb.rupress.org/site/misc/ifora.xhtml#image_acquisition) which states:
 - 1) No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced.
 - 2) The grouping of images from different parts of the same gel, or from different gels, fields, or exposures must be made explicit by the arrangement of the figure (i.e., using dividing lines) and in the text of the figure legend.
 - 3) Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if they are applied to every pixel in the image and as long as they do not obscure, eliminate, or misrepresent any information present in the original, including backgrounds. Non-linear adjustments (e.g., changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

For further information, image examples, and more detailed guidance, we advise reading [What’s in a picture? The temptation of image manipulation](#) (reprinted in the *Journal of Cell Biology* (2004) 166, 11-15).

- If a cropped image is included in the main text of a paper (e.g. a few lanes of a gel), display the full original image, including the appropriate controls, the molecular size ladder and/or the scale as relevant, as a single figure in a Supplementary Material file to facilitate peer-review and for subsequent on-line publication.
- The statistical analysis applied to the quantitative data associated with images must clearly define the statistical unit considered (e.g. the animal, the sample).
- Image screening prior to acceptance: Digital images from manuscripts nearing acceptance for publication will be screened for any evidence of improper manipulation or quality. If the original images cannot be supplied by authors on request, the journal reserves the right to reject the submission or to withdraw the published paper.

Supplementary material

Authors can include supplementary material in any type of article. Detailed description and results of quality control checks of critical methodologies should be reported in Supplementary materials if not included in the Material and methods section. Supplementary material will appear only in the electronic

version. A link to this on-line supplementary material will be included by the Copy Editor at the proof stage. Supplementary material will be peer-reviewed along with the rest of the manuscript. The main text of the article must stand alone without the supplementary material. Supplementary material should be presented according to the instructions for the main text. **It will not be copy-edited and authors are entirely responsible for the presentation of the supplementary material according to *animal*'s style.**

Supplementary material directions

- In the main text, supplementary material are referred to as:
"Supplementary Table S1", "Supplementary Table S2", etc. for tables
"Supplementary Figure S1", "Supplementary Figure S2", etc. for figures
"Supplementary Material S1", "Supplementary Material S2", etc. for other material
For example: "The list of references used for the meta-analysis is given in Supplementary Material S1 and Supplementary Table S1 reports, etc."
- Supplementary material is submitted along with the main manuscript in a separate file and identified at uploading as "Supplementary File – for Online Publication Only"
- The title of the article and the list of authors are included at the top of the supplementary material
- No line numbering
- Single spacing
- Unlike the figures included in the main text, each supplementary figure has its own title embedded below the figure

Typographical conventions

Title and headings

As illustrated, and detailed above and in the style sheet (see <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>), the *animal* conventions apply to (a) *Title* of the paper, Authors' names and addresses; (b) *Main section headings*, such as Abstract, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References; and (c) two levels of *Subheadings*.

Title and heading directions

- Title – use bold, with an initial capital for the first word only and for words that ordinarily take capitals
- Authors' names – use lower case with initials in capitals (e.g. J. Doe)
- Authors' addresses – use italics
- Headings are left aligned with an initial capital for the first word only, and not numbered
- Main section headings – use bold with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. **Abstract**)
- Subheading (level 1) – use italics with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. *Experimental design*)
- Sub-subheading (level 2) – use italics and end with a full stop; text follows on the same line (e.g. *Milk fatty acid composition*. The fatty acid...)

Abbreviations

Standard abbreviations (Table 2) are not defined. Non-standard abbreviations are defined at first use separately in the abstract and in the main text, they should be written in **bold capitals at first occurrence**. To facilitate understanding of the manuscript, the number of abbreviations should be kept to a minimum (not more than 10 non-standard abbreviations is advised). Abbreviations in the titles, (sub)headings or keywords are discouraged.

Abbreviation directions

- Define abbreviations at first appearance in the abstract and in the main text
- Authors should avoid excessive use of non-standard abbreviations (a maximum of 10 is advised)
- No author-defined abbreviation in the (short) titles, in (sub)headings or in keywords
- Abbreviations used in tables and figures must be defined either as footnotes or in the caption
- Do not start a sentence with an abbreviation

Table 2 Abbreviations that do not require definition

Item	Definition
Standard abbreviation	
ACTH	Adrenocorticotrophic hormone
ADF	Acid detergent fibre
ADL	Acid detergent lignin
ADP	Adenosine diphosphate
ANOVA	Analysis of variance
ATP	Adenosine triphosphate
BLUP	Best linear unbiased prediction
BW	Body weight
CoA	Coenzyme A
CP	Crude protein
DM	Dry matter
DNA	Deoxyribonucleic acid
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FSH	Follicle-stimulating hormone
GLC	Gas-liquid chromatography
GLM	General Linear Model
HPLC	High performance (pressure) liquid chromatography
IGF	Insulin-like growth factor
IR	Infrared
LH	Luteinising hormone
MS	Mass spectrometry
n	Number of samples
NAD	Nicotinamide adenine dinucleotide
NADP	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NADPH ₂	Reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NDF	Neutral detergent fibre
NIRS	Near infrared spectrophotometry
PAGE	Polyacrylamide gel electrophoresis
PCR	Polymerase chain reaction
PMSG	Pregnant mare serum gonadotropin
RNA	Ribonucleic acid
SDS	Sodium dodecyl sulfate
UV	Ultraviolet
Standard statistical abbreviation	
CV	coefficient of variation
df	degrees of freedom
EMS	expectation of mean square
F	variance ratio
LSD	least significant difference
MS	mean square
<i>P</i>	probability
use ns	$P \leq 0.05$, in tables
use *	$P \leq 0.05$, in tables
use **	$P \leq 0.01$, in tables
use ***	$P \leq 0.001$, in tables
<i>r</i>	simple correlation coefficient
<i>R</i>	multiple correlation coefficient
R^2	coefficient of determination
rSD	residual standard deviation
RMSE	root mean square error
SD	standard deviation
SED	standard error of difference
SEM	standard error of mean
$S_{y.x}$	standard error of estimate
χ^2	chi square

The names of the chemicals do not need to be written in full; chemical symbols are sufficient. Fatty acids are abbreviated using the rule: cis-18:1 for the sum of cis octadecenoic acids. When isomers are described, the double bond positions are identified by numbering from the carboxylic acid end: c9,t11-18:2; iso-15:0. The terms "omega 3" and "omega 6" are discouraged and replaced by "n-3" and "n-6", e.g. 18:3n-3. Trivial names can be used for most known fatty acids (myristic, palmitic, oleic, linoleic, linolenic) and abbreviations in some cases: CLA for conjugated linoleic acids, EPA for eicosapentaenoic acid, DHA for docosahexaenoic acid. Chemical names and trivial names cannot be mixed in a same table.

Capitals

Capitals directions

- Initial capitals are used for proper nouns, for adjectives formed from proper names, for generic names and for names of classes, orders and families
- Names of diseases are not normally capitalised

Italics

Italics directions

Use italics for:

- Authors' addresses (see above)
- Subheadings (see above)
- Titles for tables (but not captions for figures)
- Most foreign words, especially Latin words, e.g. *ad hoc*, *ad libitum*, *et al.*, *in situ*, *inter alia*, *inter se*, *in vitro*, *per se*, *post mortem*, *post partum*, *m. biceps femoris* but no italics for c.f., corpus luteum, e.g., etc., i.e., NB, via
- Mathematical unknowns and constants
- Letters used as symbols for genes or alleles e.g. *HbA*, *Tf D* (but not chromosomes or phenotypes of blood groups, transferrins or haemoglobins, e.g. HbAA, TfDD)

Numerals

Numerals directions

- In text, use words for numbers zero to nine and numerals for higher numbers. In a series of two or more numbers, use numerals throughout irrespective of their magnitude
- Do not begin sentences with numerals
- For values less than unity, 0 is inserted before the decimal point
- For large numbers in the text, substitute 10^n for part of a number (e.g. $1.6 \cdot 10^6$ for 1 600 000)
- Do not use a comma separator for numbers greater than 999 (e.g. 100 864)
- The multiplication sign between numbers should be a cross (x)
- Division of one number by another should be indicated as follows: 136/273.
- Use numerals if a number is followed by a standard unit of measurement (e.g. 100 g, 6 days, 4th week).
- Use numerals for dates, page numbers, class designations, fractions, expressions of time, e.g. 1 January 2007; type 2
- Dates are given with the month written in full and the day in numerals (i.e. 12 January not 12th January).
- For time use 24-h clock, e.g. 0905 h, 1320 h

Units of measurement

The International System of Units (SI) should be used. A list of units is found at <http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>. Recommendations for conversions and nomenclature appeared in *Proceedings of the Nutrition Society* (1972) 31, 239-247. Some frequently used units that are not in the SI system are accepted: e.g. l for litre, ha for hectare, eV for electron-volt, Ci for curie. Day, week, month and year are not abbreviated. The international unit for energy (energy value of feeds, etc.) is Joule (or kJ or MJ).

A product of two units should be represented as N·m and a quotient as N/m (e.g. g/kg and not g.kg⁻¹). When there are two quotients, represent as: g/kg per day (not g/kg/day).

Concentration or composition

Composition is expressed as mass per unit mass or mass per unit volume. The term *content* should not be used for concentration or proportion.

Submission of the manuscript

Manuscript submission is made electronically through *Editorial Manager* directly via <http://www.editorialmanager.com/animal>. Any query about a submission to the Editorial Office should be addressed through this site. Authors can check the status of their manuscript using *Editorial Manager*. Authors should ensure that the email address of the corresponding author is correct.

You must submit separate files for:

- The manuscript (including full text, tables, figure captions, but excluding figures) in DOC/DOCX or RTF format (PDF is not accepted)
- Each figure (without captions). At submission in *Editorial Manager*, enter a description of each figure (Figure 1, Figure 2a, etc.) in the appropriate box
- Supplementary online-only materials, if relevant

Authors who submit a manuscript to the online submission system also have to provide:

- the type of article (research, short communication, review, special issue paper, invited opinion, etc.).
- the section of the scope which is the most appropriate for their manuscript. (<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/scope>).
- any comment and information that might be helpful to the editors ("letter to the editor", etc.; in "Author's comments").
- The names and e-mail addresses of at least 3 potential reviewers. Reviewers should have no conflict of interest with the authors or the submission. Authors should not nominate reviewers who are their regular collaborators or who work in the same institution or university, and they should nominate *an international spread of reviewers*. The editorial board will use its discretion when selecting reviewers and the suggested reviewers may not be used.
- The names of up to 3 opposed reviewers in case of established conflict of interest.

Any query to the Editorial Office prior to submission of papers (e.g. clarification of instructions to authors, to ask if paper is within the scope or if a review article is of interest to the journal) should be addressed through questions@animal-journal.eu.

Copyright agreement and permission

If the paper is accepted for publication, authors are required to complete and sign a Copyright Transfer Form. Two versions of the form (Standard and Open Access) may be downloaded at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/transfer-copyright>.

The Standard (also called Green OA) option is free of charge and allows authors to archive publications in repositories (see terms and conditions in the 'Re-use of your article' section of the Standard form).

The Open Access (also called Gold OA) option allows authors to make their articles freely available to everyone, immediately on publication and after the payment of the Open Access Article Publication Charge (\$2835).

The authors must obtain a written permission to reproduce material that is owned by a third party (for example in review papers); they must also include the relevant credit in their paper. The written agreements have to be sent to the Editorial Office at submission of their manuscript.

For supplements or special issues, the journal requires that the transfer of copyright form be supplied at submission in order to avoid publication delays.