

Produção de suínos para um futuro sustentável

Antônio Mário Penz Junior*

Cargill Animal Nutrition, Brasil

*Correspondência: mario_penz@cargill.com

Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável foi pela primeira vez oficialmente documentado em 1969, em uma reunião de 33 países africanos, patrocinada pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Posteriormente, em 1987, a Organização das Nações Unidas (ONU), através de uma comissão envolvendo vários países e liderada pela Dra. Gro Harlem Brundtland, apresentou um documento intitulado "Relatório de Brundtland". A conclusão básica foi que desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades das gerações atuais, sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Posteriormente, a ONU estabeleceu como prioridade dos países os "17 Objetivos para um desenvolvimento sustentável". Assim, as bases para esse tema estão consolidadas. A sustentabilidade está baseada em três pilares fundamentais: ambiente, sociedade e economia. Em qualquer momento que desconsideramos um ou dois desses pilares, em favor de um terceiro, a base da sustentabilidade fica comprometida.

Como o desenvolvimento sustentável é um conceito indiscutível, a sociedade passou a se posicionar, através de entidades governamentais e não governamentais, sobre como os 17 objetivos da ONU serão alcançados. Dentro desse contexto, a produção de alimentos passou a ser considerada, onde posições diversas questionam os procedimentos da produção animal. Nesse conjunto de discussões também estão incluídos temas relacionados ao bem-estar animal, à segurança alimentar e em como tornar produção mais "amigável" aos animais. Aqui é importante que se diga que os produtores rurais, em qualquer geografia, sempre empregam o que

de mais eficiente pode ter para suas produções. São eles que têm o maior interesse em proteger seus "microambientes" contra qualquer degradação, pois ali vivem por várias gerações, gerando seus sustentos, através de produtos que utilizam para suas próprias necessidades e para atender as necessidades da sociedade urbana, que é consumidora e não produtora de alimentos. Os processos produtivos avançaram e seguem avançando com base na ciência, no conhecimento, e os produtores normalmente não se opõem a isso.

Assim, cabe àqueles que estão envolvidos na produção animal estarem preparados para responder aos questionamentos da sociedade, a implementar procedimentos técnicos que minimizem qualquer risco que comprometa a sustentabilidade do ambiente em que vivemos, e a continuar viabilizando a produção de alimentos que são indispensáveis à sobrevivência da humanidade. Na suinocultura, há pilares inevitáveis que sempre deverão ser considerados, como os destacados a seguir.

Pessoas

Sabemos que as gerações estão mudando de perfil. Menos força produtiva está vindo das gerações *baby boomers* e X e mais está vindo das gerações Y e Z. De acordo com a ONU, em 2030, 75% da força de trabalho terá 45 anos ou menos. Na área agrícola esse tema é ainda mais complexo, pois a urbanização de segmentos rurais e a migração de jovens para o meio urbano estão promovendo uma diminuição da força de trabalho no campo. Com isso, é inevitável que programas de treinamento sejam disponibilizados para os técnicos que estão e estarão envolvidos com essa nova necessidade rural e que os produtores, sempre em menor

número, tenham base de conhecimento para poder aplicar todas as novidades tecnológicas. É através da formação de pessoas que as novas tecnologias chegarão ao meio rural, reduzindo a necessidade de mão de obra e aumentando a eficiência da produção, com consequente melhora da sustentabilidade dos processos produtivos.

Biosseguridade

O evento da febre suína africana, além de outros eventos sanitários que comprometem os plantéis suínos do mundo, chegou para reforçar que a biosseguridade dos plantéis é indispensável. Todos sabemos que as inversões nessa área são imensas, mas não há como ignorá-las. A falta de biosseguridade, caracterizada pela febre suína africana, fez com que a geografia da produção de suínos tenha mudado nesses últimos anos e, quem sabe, tardará para voltar às antigas origens. Produtores que desconsiderarem a biosseguridade fatalmente serão os primeiros a deixar a cadeia de produção. Não respeitar todos os princípios mínimos de biosseguridade é abdicar de qualquer proposta de sustentabilidade em curto ou longo prazo. Aqui, normativas governamentais são indispensáveis para mitigar condições desafiadoras de biosseguridade já existentes e na permissão de novos investimentos que podem não estar, na origem, comprometidos com esse desafio. Devem continuar a ser estimuladas estruturas de produção com base em criação em diferentes sítios. Além disso, estruturas de produção deverão continuar avançando em direção àquelas com ambientes controlados, empregando tecnologias de acompanhamento de dados em tempo real (temperatura, umidade, amônia, CO₂, etc.), que permitam aos animais serem mantidos mais próximos de suas diferentes zonas de conforto, indispensáveis para melhores produtividades zootécnicas e econômicas, e serem mais eficientes quanto à sustentabilidade.

Retirada dos antibióticos melhoradores de desempenho

A iniciativa dos países europeus em retirar as suplementações de antibióticos melhoradores de desempenho das dietas animais, na década de setenta, do século passado, atendeu aos princípios básicos de sustentabilidade, especialmente quando a ONU trouxe para a discussão o conceito de *one health* (humano/animal/ambiente). Hoje, está suficientemente consolidado que é possível produzir animais sem o uso contínuo de antibióticos melhoradores de desempenho. Agora o foco não é mais em como prevenir ou curar os animais de desafios microbianos, e sim em como preparar o hospedeiro para conviver com uma microbiota intestinal variada e que pode ser simbiote

ou patógena. Saúde intestinal tornou-se o tema vital para a redução do uso de antibióticos. Associada a esse conhecimento, a biosseguridade torna-se ainda mais importante para o sucesso das granjas produtoras de suínos.

Nutrição de precisão

Nutrição de precisão, como conceito, pode não ser referência para a alimentação de precisão. Normalmente, as fórmulas das dietas são as mais eficientes para a proposta de produção apresentada, mas entre as fórmulas corretas e a alimentação dos animais (consumo nutriente/dia) pode haver uma grande diferença. Um dos maiores obstáculos para que esse tema se torne mais próximo da realidade (precisão) é ter clara a qualidade dos ingredientes usados na produção das dietas. Laboratórios qualificados, empregando tecnologia de análise em tempo real (tecnologia NIR), são indispensáveis. Quando o nutricionista desconhece as qualidades dos ingredientes, o uso de margens de segurança é inevitável. Esse procedimento normalmente encarece as dietas e compromete a sustentabilidade, pois os nutrientes serão empregados de forma menos eficiente do que deveriam e isso resultará em mais dejetos, mais poluição. Reforçando, o nutricionista pode ter a melhor proposta de nutrição, a fábrica pode produzir dietas com toda a garantia de qualidade nutricional possível e a perda está na desuniformidade de consumo de alimento e de água pelos animais. Assim, para se ter nutrição de precisão, o uso de ferramentas que permitam tomadas de decisão em tempo real na formulação e na produção das dietas, bem como no consumo de alimento e água, são inevitáveis. Também é importante dizer que quando o nutricionista tem informações precisas dos ingredientes, ele também pode propor o uso de mais fases de produção, dietas diferenciadas para machos e fêmeas e, também, de acordo com as linhagens industriais empregadas, e aquelas que surgirão, baseadas no conceito de produtividade mais sustentável, serão mais resistentes aos diferentes desafios de produção. Na maioria das vezes, essas alternativas que favorecem a sustentabilidade não são implementadas, pois as fábricas de rações estão saturadas ou não foram desenhadas para atender a uma maior diversidade de fórmulas.

Administração de dados

De uma maneira geral, as granjas suínolas possuem dados em quantidade muito maior do que são aproveitados e, em algumas circunstâncias, usados de forma indevida. A única maneira de melhorarmos a eficiência de produção dos animais é através de análises estatísticas que permitam avaliar, simultaneamente, o maior número de variáveis

possíveis e que de alguma maneira estão afetando ou não os resultados produtivos e econômicos do negócio. É importante ressaltar que qualquer atividade produtiva só tem resultados melhorados mediante o estudo das variabilidades que ocorrem nos processos. Estudos de média não permitem qualquer conclusão precisa sobre parâmetros produtivos e de *benchmark*. Para que as análises sejam eficientes, as granjas devem ser classificadas de acordo com suas características físicas, tecnológicas e de pessoal. Isso permite que sejam empregados modelos estatísticos que envolvam a avaliação de variáveis múltiplas, simultaneamente. Estudos têm mostrado que na maioria das vezes as principais oportunidades estão nas granjas, por suas estruturas, pela formação dos produtores, desconhecendo algumas boas práticas de manejo disponíveis e na maneira com que os técnicos levam esses conhecimentos a eles. Assim, aqui permite ser reforçada a consideração feita inicialmente de que a produção sustentável esperada passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento das pessoas envolvidas no sistema produtivo.

Administração de dejetos

Em termos de sustentabilidade, talvez esse seja o tema mais complexo, na suinocultura. É importante lembrar que fazem parte dos resíduos dos suínos, a urina, as fezes, as perdas nos bebedouros e todo o processo de limpeza das instalações. Existem várias maneiras de mitigar as perdas, mas sempre é importante entender que os resíduos são, normalmente, líquidos e que requerem toda uma estrutura para coletá-los e, posteriormente, utilizá-los.

Inicialmente, mais atenção deve ser dada à água disponível para os suínos. Os animais devem receber água em quantidade e qualidade de acordo com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos recomendados e com temperatura devida e que varie com as fases de produção. Isso é ainda mais importante quando os suínos são alimentados com dietas fareladas, onde o consumo de água é maior. Medidas de consumo de água são indispensáveis, pois toda a vez que excedem, por alguma razão, em duas vezes o valor do consumo esperado de alimento (fases de crescimento e terminação), é certo que está acontecendo algum desperdício. Outro aspecto importante no desperdício de água é a qualidade dos bebedouros. Alguns deles favorecem as perdas e continuam sendo usados nas propriedades. Com respeito à nutrição, dietas balanceadas favorecem a redução do consumo de água e diminuem as excreções sólidas e líquidas. Entre os aspectos importantes a serem considerados nas formulações são os níveis de proteína e de minerais das dietas.

Desde sempre, os resíduos da suinocultura são usados como fonte de nutrientes e matéria orgânica para as lavouras da propriedade ou daquelas nos arredores, com um significativo custo de transporte. Na atualidade, projetos empregando os dejetos para a produção de "bioenergia" estão avançando e serão uma alternativa importante para uma suinocultura mais sustentável.

Assim, para considerarmos uma produção de suínos sustentável, é indispensável que aqueles que trabalham nesse segmento sejam bem treinados, permitindo a inclusão de tecnologias que possibilitem a automação da maioria possível dos processos. Que os indicadores produtivos sejam gerados em tempo real e que, com isso, ações imediatas possam ser tomadas. Tudo que permite que uma granja de suínos seja mais eficiente (sanidade animal, nutrição devida para a fase e linhagem industrial, garantia de consumo de alimento e água, manejo de acordo com o propósito da produção) fará com que essa produção seja mais sustentável e permitirá que o produtor tenha melhor resultado econômico em seu negócio.

O que está sendo recomendado e as perspectivas futuras de uso de antimicrobianos

Jalusa Deon Kich*

Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Brasil

*Correspondência: jalusa.kich@embrapa.br

Introdução

A Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA), por meio do Código Sanitário para Animais Terrestres, propõe recomendações para o controle da resistência antimicrobiana desde 2009 e a versão atual possui cinco subcapítulos abordando o tema (WOAH, 2022). Além de um capítulo sobre uso prudente de antimicrobianos (ATM) na medicina veterinária, os demais propõem critérios para o desenvolvimento de programas nacionais de vigilância e monitoramento da resistência antimicrobiana, monitoramento do padrão e quantidade de uso e animais de produção e finaliza com uma análise de risco para o aumento da resistência antimicrobiana a partir do uso de ATM em animais (WOAH, 2022). Portanto, como país membro da OMSA, o Brasil tem total acesso às recomendações e responsabilidades em avançar internamente no tema.

Saúde Única e resistência antimicrobiana

A perspectiva de Saúde Única amplia o espectro de responsabilidades do produtor de proteína animal para além da mitigação dos riscos diretos ao consumidor, incluindo a dimensão ambiental e comunitária. É neste cenário que está posta a discussão do papel da agropecuária na seleção e disseminação de bactérias resistentes aos ATM, que podem atingir o homem pela via alimentar (Foodborne AMR) e pela exposição ambiental. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) e a Organização Mundial de Saúde

(OMS), os problemas relacionados com a resistência antimicrobiana são inerentemente relacionados ao uso de ATM em qualquer ambiente, humano e não humano (FAO e WHO, 2022). As estimativas também preveem que a perda de eficácia dos ATM aumente os gastos com saúde pública e privada em 6% nos países desenvolvidos, 15% nos países em desenvolvimento, e 25% nos países subdesenvolvidos (World Bank, 2018).

Recomendações internacionais

Além do Código Sanitário para Animais Terrestres, como resultado de um esforço entre a OMS, OMSA e FAO, em 2022 foi publicado o *Foodborne Antimicrobial Resistance Compendium of Codex Standards* (FAO e WHO, 2022). Estes guias são diretrizes, baseadas em ciência, que orientam os países membros a manejar de forma coerente a resistência antimicrobiana ao longo da cadeia de produção de alimentos. Um guia estabelece práticas para a redução da necessidade do uso de ATM e o outro propõe uma estratégia de vigilância tanto do uso de ATM quanto à resistência aos antimicrobianos.

Ações nacionais

O Brasil, seguindo as orientações dos organismos internacionais, tem desenvolvido uma série de ações oficiais que serão brevemente descritas a seguir. Em 2017, a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA/ MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 41, instituiu o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos na Agropecuária, o Agroprevine. Este programa visa o fortalecimento

das ações para prevenção e controle da resistência aos antimicrobianos na agropecuária, considerando o conceito de Saúde Única. Como desdobramento do Agroprevine, em 2018 foi lançado o PAN-BR Agro, incorporado ao Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única. O PAN-BR possui cinco objetivos estratégicos que contemplam ações de comunicação, educação, ciência, vigilância, redução da incidência de infecções, otimização do uso de ATM e aumento de investimentos estratégicos para enfrentamento do problema.

A primeira etapa do PAN-BR Agro compreendeu o período de 2018 a 2022. A Comissão sobre Prevenção da Resistência aos Antimicrobianos em Animais (CPRA) levou o tema para mais de uma centena de eventos, além da participação em projetos internacionais, como consta no relatório PAN-BR Agro (PAN-BR, 2023a). Os destaques no avanço de políticas públicas foram implementados em 2021:

- Programa de Vigilância e Monitoramento da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Agropecuária. Este programa foi dividido em duas fases: o monitoramento em suínos iniciou com *Salmonella* sp. em superfície de carcaça e na segunda fase incluiu-se *Escherichia coli* em superfície de carcaça e conteúdo cecal.

- O Agromonitora, criado em 2021, é um serviço de coleta de informações de venda de ATM de uso veterinário das empresas detentoras dos registros. Os dados são utilizados para compor o monitoramento do uso de ATM em animais, conforme previsto no PAN-BR-Agro.

A publicação do livro "O Uso Prudente e Eficaz de Antibióticos na Suinocultura: Uma Abordagem Integrada", produzido pela Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS, 2022) e lançado no último *International Pig Veterinary Society* (IPVS), reúne 10 capítulos que abordam temas inter-relacionados necessários para o enfrentamento de toda complexidade que o controle da resistência antimicrobiana impõe.

Embora o conceito de saúde única seja amplo, a saúde dos suínos está contemplada neste cenário. A identificação de patógenos resistentes aos antimicrobianos de uso comum na suinocultura brasileira é habitual no exercício da clínica veterinária e cientificamente documentada (Serpa et al., 2020; Meneguzzi et al., 2021). Portanto, é importante destacar que o uso abusivo de antimicrobianos nas granjas de suínos, em situações não necessárias, com consequente seleção de patógenos resistentes, está limitando a possibilidade de tratamento daqueles animais que realmente precisam ser tratados.

Perspectivas e conclusões

A primeira etapa do PAN-BR Agro foi estruturada com intensa atividade de divulgação e engajamento no tema, e implementação dos programas de monitoramento da resistência e de uso de antimicrobianos. As perspectivas no curto e médio prazo (2023 a 2027) estão definidas na segunda etapa do PAN-BR Agro (PAN-BR 2023b). Além de dar sequência nas perspectivas das ações anteriores, estão previstas atividades de fortalecimento da vigilância, monitoramento da resistência antimicrobiana, uso e qualidade dos antimicrobianos, incluindo a atualização de atos normativos relacionados à supervisão veterinária. Em relação ao setor produtivo, está prevista a promoção de um programa de pactuação voluntária para redução do uso de antimicrobianos. E, finalmente, está planejada a elaboração de argumentos econômicos e a busca de projetos para financiamento das ações do PAN-BR Agro, incluindo estrutura de pesquisa e monitoramento da resistência antimicrobiana, alcançando o gerenciamento de resíduos na produção agropecuária.

Referências

- ABCS. 2022. [Link](#)
- FAO; WHO. Foodborne antimicrobial resistance: Compendium of Codex standards. 2022. [Link](#)
- MENEGUZZI, M. et al. Re-Emergence of Salmonellosis in Hog Farms: Outbreak and Bacteriological Characterization. *Microorganisms*, v. 9, p. 947, 2021. [Link](#)
- PAN-BR. Balanço de Atividades. 2023a. [Link](#)
- PAN-BR. Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Agropecuária. 2023b [Link](#)
- PAN-BR. Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única. 2018. [Link](#)
- SERPA, M. et al. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from pigs with respiratory clinical signs in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(1), e160956, 2020. [Link](#)
- WOAH. Terrestrial Animal Health Code 2022. [Link](#)
- WORLD BANK. Drug-Resistant Infections: A Threat to Our Economic Future. 2018. [Link](#)

How is Brazil positioned in regulations or standards related to One Health?

Janice Reis Ciacci Zanella^{1-3*}

¹ Embrapa Swine And Poultry, Concórdia, Brazil

² USDA/ARS/NADC, Ames, USA

³ Iowa State University, Ames, USA

*Correspondence: janice.zanella@embrapa.br

Introduction

Much has been learned in the last decade about the emergence of diseases, including pandemics. Furthermore, this has demonstrated the importance that these problems bring to the health of all living elements on the planet. Mostly, that global health includes not just human health, but the integration of health approaches. The core of this umbrella includes the definition of One Health, which deals with the integration between human, animal and environmental health, considering the inseparability between them, mainly for the understanding of disease emergence drivers, the development and adoption of effective public policies for the prevention and control of diseases. Leaving species aside, comes the environmental health approach, which deals with ecological and social interactions. And above all, planetary health, which is about human civilization and the state of natural systems. But, what does all these “heaths” have to do with what we are living today and further, what the current problems are indicating? First, that we should think less about species but more about systems. We should not work in silos or treat each problem separately. Everything is connected and complex. Worse, we have not been trained on all the aspects that are necessary. Thus, it is important to work multisector and multidiscipline.

It is well acknowledged that most emerging diseases in the last century are zoonoses, and the drivers for

spillovers between species are mostly anthropogenic, specifically, caused by human behavior. Of these drivers, the increase in the human population, urbanization, intensification of agriculture and livestock production, climate change, pollution, deforestation, among others, stand out. However, One Health implementation is much more than zoonoses, it includes nutritional food, food safety, antimicrobial resistance and many other aspects of environmental health.

Agriculture and livestock are essential sectors for many countries economy and many times family farming are the sole source of protein for people (FAO, 2022). The World Bank estimates that zoonotic diseases affect more than two billion people worldwide, causing more than two million deaths every year, resulting in outbreaks with significant impacts on public health and the economy (Bank, 2021). Also, animal diseases still account for 20% of the losses in animal protein chains. Therefore, international organizations as Food and Agriculture Organization (FAO), the World Animal Health Organization (WAHO - OIE) and the World Health Organization (WHO) make efforts with the purpose of member countries prevent animal diseases to ensure food supply, maintain household income, health, and preserve the future.

Brazil is a continental, populous, biodiverse country with an immense mission of producing food for the world. Geographically, Brazil has regions such as the Amazon Basin and Atlantic Forests situated at a hotspot area for emergence of diseases. In animal protein, Brazil is the second in production of poultry and beef, the fourth in pork and seventh in fish and eggs. One Health is already a priority for Brazil, since many initiatives are taking place

in Brazilian institutions in order to implement the Joint Plan of Action (JPA) of WHO and partner organizations.

This lecture will consider the role of international organizations and will discuss One Health approaches that have been carried out by Brazilian organizations and how the country has positioned itself. Mainly, that One Health is not just a concept, but also an action of surveillance and control that all countries must implement. This lecture will not consider AMR or Food Safety, since those two aspects are included in other policies or agencies.

Global coordination and governance help the implementation of One Health

Importance of COVID-19 to trigger One Health approaches

Even in the current scenario of the evolution of biomedical research, sophistication of methodologies, equipment, state-of-the-art facilities, and the training of technicians, diseases continue to emerge in nature and infect living beings on all continents. The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) caused by the new coronavirus (SARS-CoV-2) urged the discussion on surveillance of emerging diseases by the scientific society, especially in the case of zoonotic diseases. Zoonotic spillover can also be mitigated through habitat protection and restrictions on the wildlife trade. The impact of COVID-19 pandemics on human health and the world economy was immense, something over 30 trillion dollars (Jackson, 2021). Nevertheless, the impact of COVID-19 on the food supply chain, and specifically the meat chain, was unexpected. The high incidence of COVID-19 in workers in meat processing plants has rapidly evolved to affect human, animal and environmental well-being in several countries. This has led to the closure of processing plants due to outbreaks, especially the pork and poultry industries. The reduction in slaughter resulted in agglomeration of animals on farms, which led to the reduction of food for the animals, their euthanasia and inappropriate disposal of carcasses. This has had an impact on animal welfare, producer income, supply and biosecurity (Marchant-Forde and Boyle, 2020).

Creation of One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP)

During the COVID-19 pandemic many agencies and governments emphasized the need for enhanced coordination and collaboration among sectors, nationally and internationally to better prevent, prepare for, and respond to these threats. Responding to this need, in November 2020 at the Paris Peace Forum, the Ministerial Meeting of the Alliance for Multilateralism called on the

Tripartite (FAO, WAHO and WHO) and UNEP (hereafter referred to as 'the Partners') to create a One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP). Subsequently, at the 27th Tripartite Executive Annual Meeting in February 2021, the Partners agreed to establish OHHLEP to assist in their support to countries in the framework of their One Health collaboration. With the support of the Governments of France and Germany, OHHLEP was launched in May 2021, after a thorough selection process which led to the appointment of 26 international experts from 24 countries representing a broad range of disciplines and policy-related sectors relevant to One Health. OHHLEP is well placed to give scientific advice to the four Partner organizations (Quadripartite) and beyond. The Panel is multidisciplinary, with experts who have a range of technical knowledge, skills, and experience relevant to One Health, and are drawn from all regions of the world. The Partners are committed to using the knowledge generated by OHHLEP, including the analysis of scientific evidence on the drivers contributing to spillover and subsequent spread of zoonotic diseases, and the development of a risk management framework, a OH Theory of Change (ToC) to move One Health from concept to practice, and the proposal for an optimized One Health surveillance system, which they will in turn use to improve systems to better prevent, predict, detect, and respond to global health threats at all levels.

Focus of OHHLEP Terms of Reference (ToR)

1) Providing policy relevant scientific assessment on the emergence of health crises arising from the human-animal ecosystem interface, and research gaps; 2) Guidance on development of a long-term strategic approach to reducing risk of zoonotic pandemics, with an associated monitoring and early warning framework, and the synergies needed to institutionalize and implement the One Health approach, including in areas that drive pandemic risk.

Following this mission, OHHLEP established four working groups:

1. One Health implementation;
2. One Health research and initiatives inventory;
3. One Health surveillance
4. One Health risk analysis.

OHHLEP's definition of One Health

One Health is an integrated, unifying approach that aims to sustainably balance and optimize the health of people, animals and ecosystems. It recognizes the health of humans, domestic and wild animals, plants, and the wider environment (including ecosystems) are closely linked and interdependent.

The approach mobilizes multiple sectors, disciplines and communities at varying levels of society to work together to foster well-being and tackle threats to health and ecosystems, while addressing the collective need for clean water, energy and air, safe and nutritious food, taking action on climate change, and contributing to sustainable development.

One Health Joint Plan of Action (2022-2026)

OHHLEP also provided critical input into the ongoing development of the One Health Joint Plan of Action (JPA), a strategic document outlining the way forward for the Partners' successful implementation of the One Health approach to tackle global problems at the human-animal-ecosystem interface. This also aligns with key needs to achieve the sustainable development goals, and as guiding principles for policy makers and scientists alike.

The One Health JPA is built around six interdependent action tracks that collectively contribute to achieving sustainable health and food systems, reduced global health threats and improved ecosystem management.

- Action track 1: Enhancing One Health capacities to strengthen health systems
- Action track 2: Reducing the risks from emerging and re-emerging zoonotic epidemics and pandemics
- Action track 3: Controlling and eliminating endemic zoonotic, neglected tropical and vector-borne diseases
- Action track 4: Strengthening the assessment, management and communication of food safety risks
- Action track 5: Curbing the silent pandemic of Antimicrobial Resistance - AMR
- Action track 6: Integrating the environment into One Health

One Health Theory of Change (2022 - 2035)

To help achieve these aims in a comprehensive, systematic and sustainable way in keeping with the underlying principles of the One Health approach, OHHLEP has developed an over-arching Theory of Change (ToC) in addition to the One Health definition also published by the panel. This ToC is designed to guide OHHLEP's own work and that of the Quadripartite as well as providing a conceptual framework for other organizations, agencies and initiatives working towards similar [One Health](#) goals.

One Health Approaches in Brazil

One health is not a new concern for Brazilian scientific community, academia or health authorities. It is an important topic in animal health, human health and recently for

environmental organizations. Even though Brazilian health systems deal with many diseases (Yellow fever, Dengue Fever, Zika, Chikungunya), zoonosis (rabies, influenza, among others) and AMR, it was the COVID-19 pandemic which lightened the concern about pandemic prevention in a broader manner.

At the COP 27 in Egypt 2022, WHO Director-General Tedros Adhanom Ghebreyesus called all member countries to work together institutionalizing One Health approaches with this quote: "The COVID-19 pandemic has taught all of us many painful lessons. One of the most important is that we can only really make the world safer with a One Health approach that addresses the intimate links between the health of humans, animals and our environment - and especially by addressing the existential threat of climate change."

However, before that, at the 16th National Health Conference, a motion was signed, addressed to the Ministry of Health of Brazil and the National Health Council (CNS Resolution No. 617, of August 23, 2019. The text of the motion includes that the concept of One Health be discussed and incorporated into health surveillance and primary care actions, promoting the integration of human, animal and environmental health for the prevention of diseases and aggravations.

In June of 2021, during 168th session of the executive committee of Pan American Health Organization (PAHO or OPAS), a resolution called One Health as a comprehensive approach to addressing health threats at the human-animal-environment interface was engaged. This One Health Policy has the objective to foster coordination and collaboration between the different governance frameworks of human, animal, plant and environmental health programs to better prevent and prepare for current and future health challenges at the human-animal-environment interface.

Other initiatives of the Ministry of Health of Brazil were the promotion of the National Day of One Health on November 3rd, official website of the federal government publicized actions such as training, webinars, bulletins, courses together with partners such as PAHO, Fiocruz, Embrapa.

An update of Ordinance Chapter V of Consolidation Ordinance No. 5, of September 28, 2017 (Former Ordinance No. 1138/2014) on "surveillance actions for zoonoses, vector-borne diseases and injuries caused by animals of relevance to public health considering the One Health approach" has also been done.

In addition to all these policies, Brazil is supporting Global One Health Initiatives such as the World Health Assembly established an intergovernmental negotiating body (INB) to draft and negotiate a convention, agreement or other

international instrument under the Constitution of the WHO to strengthen pandemic prevention and preparedness and response.

Other actions with the perspective of the One Health approach:

- Structuring human brucellosis surveillance - elaboration of PCDT
- Structure the surveillance of animal sporotrichosis
- Technical Note for Cystic and Polycystic Hydatid Disease
- Epidemiological bulletin on hoarding disorder in an OH approach.

In summary, Brazilian ministries, organizations, academia and scientists urge the country authorities to institutionalize One Health approach. The understanding is that The One Health approach needs to be carried out:

- With inter and multisectoral participation: it means that more than one sector works together, each with its competence.
- Inter and multidisciplinary: means that different professions work together (in different institutions and Ministries there should be doctors, nurses, veterinarians, environmentalists, natural resource managers, biologists, rural producers, epidemiologists, and others.

GT-Saúde Única

Since October 2022, the General Coordination for Surveillance of Zoonoses and Vector-Transmitted Diseases (CGZV), through the Department of Immunization and Communicable Diseases - DEIDT, of the Health Surveillance Secretariat of the Ministry of Health, formed an inter-institutional group of One Health called *GTI -Saúde Única*, which has representatives from several Brazilian institutions, including Embrapa. The objective of the *GTI-Saúde Única* is to elaborate the National Action Plan for One Health (PAN-Saúde Única). In addition, the *GTI-Saúde Única* will:

- i. Structure and consolidate the One Health approach in the context of surveillance of zoonotic infectious diseases and diseases of relevance to public health caused by animals.
- ii. Structure the surveillance of specific diseases with the perspective of One Health such as animal sporotrichosis, CJD/vCJD, Brucellosis, Zoonoses Surveillance Unit, MORMO/Melioidosis, Hydatid disease/Echinococcosis, Cysticercosis, among others.

Government Decree on One Health

For the formalization of the group and actions to be implemented, a government decree is being published. Incumbent upon GTI-Saúde Única are:

- I - Prepare the National One Health Action Plan;
- II - Support the implementation of the One Health National Action Plan;
- III - Act as a consultative body in matters and demands related to One Health.

The *GTI-Saúde Única* will be composed of:

- I - Ministry of Health, coordination;
- II - Ministry of the Environment;
- III - Ministry of Agriculture and Livestock;
- IV - Ministry of Science, Technology and Innovation;
- V - Ministry of Education;
- VI - Ministry of Foreign Affairs;
- VII - National Health Surveillance Agency - ANVISA;
- VIII - Oswaldo Cruz Foundation - Fiocruz;
- IX - Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources - IBAMA;
- X - Chico Mendes Institute for Conservation of Biodiversity;
- XI - Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa);
- XII - Federal Council of Veterinary Medicine;
- XIII - Federal Council of Nursing;
- XIV - Federal Council of Medicine;
- XV - Federal Council of Biology;
- XVI - Federal Council of Pharmacy.

One Health Tools developed in Brazil

Recently some tools were developed in Brazil using One Health approach. Among them:

- [SISS-Geo](#) - Wild Health Information System - FIOCRUZ's SISS-Geo

FIOCRUZ's Wilderness Health Information System - SISS-Geo was developed by the Institutional Platform Biodiversity and Wilderness Health, with support from the National Laboratory of Scientific Computing. It is free, available on smartphones and on the web, for monitoring the health of wild animals in natural, rural and urban environments. It supports the investigation of the occurrence of disease-causing agents, such as infectious agents, which can affect people and animals. As a citizen-science instrument, it makes it possible, based on records made by ordinary citizens, health professionals, the environment, researchers and specialists in wildlife, to act for the prevention and control of zoonoses and the conservation of Brazilian biodiversity.

- [One Health Brasil](#)

Integration network, collaborative research and professional/scientific dissemination from the perspective of One Health in Brazil. It aims to bring together researchers, professors, graduate and undergraduate students from different courses, health professionals who work in services related to the interdisciplinary intersection of animal, human and environmental health, as well as professionals from

private and governmental companies who develop activities related to One Health, working together with managers at different levels (local, regional, national and global).

- [PREVIR](#) - Virus Surveillance Network Project

The PREVIR MCTI Network has developed an App to support active virus surveillance activities in wild animals. The same has been used to record surveillance samples for coronavirus and avian influenza in animals, with data being synchronized with the SiBBR Platform. With increasing globalization and urbanization, zoonoses (diseases transmitted from animals to people) pose a great risk to public health and the economy. PREVIR, the National Virus Surveillance Network in Wild Animals, is formed by several researchers from several national and international institutions, and aims to detect and analyze viruses with potential for emergence for people in different Brazilian regions.

- [ECOHA](#)

Multiprofessional and interdisciplinary network linked to One Health Brasil, whose central axis is aquatic ecosystems. Formed by professionals, students and institutions involved in One Health initiatives, the ECOHA Network aligns with the approaches of One Health, EcoHealth, Planetary Health and Well Being. Aquatic Ecosystems: Animal, human, plant and environmental health. Debate, promote partnerships and cooperation, develop transdisciplinary and intersectoral.

- [The Alliance for Restoration of Amazon](#)

Alliance is a multi-institutional and multisectoral initiative, established in 2017, whose general objective is to promote, qualify and expand the scale of restoration of forest landscapes in the Brazilian Amazon. The Alliance has had many initiatives, including in One Health. The publication: One Health: The role of forest restoration to ensure human, animal and environmental health in the Amazon presents the concept of One Health, an approach that recognizes the interdependence between human health, animal health and the health of ecosystems. According to the authors, restoration plays a very important role in promoting One Health. The article is an institutional position that presents the benefits of restoration in the region - which go beyond biodiversity, climate and environmental services - but also include those associated with well-being, human health and that of other organisms living in the [Amazon](#).

Role of EMBRAPA

Embrapa's portfolios are managerial support tools for the organization of projects into strategic themes. Their mission is to direct the production of research, development and innovation (RD&I) solutions towards national demands and their interfaces with regional demands. The Animal Health Portfolio focuses on the diagnosis, control, prevention and/

or eradication of animal disease agents through research, development and technology transfer in the Brazilian territory. One Health is the core of innovation challenges of this [portfolio](#).

Conclusion

To protect animals is to preserve our future and controlling zoonotic pathogens in animals is the most effective and economical way to protect people. These must be coordinated at the human-animal-ecosystem interface and applied at national, regional and global levels, through the implementation of appropriate policies. Human and animal health specialists must build a network for early detection of the disease at the local, regional and national levels. And veterinarians are the only public health professionals who oversees both, humans and animals. This network needs to have diagnostic laboratories (that can be shared), rapid response to disease contingencies processes and reduced risks at the origin. Research in applied molecular epidemiology must recognize the associations between host and pathogen genotypes.

However, One Health implementation is much more than zoonoses, it includes nutritional food, food safety, antimicrobial resistance and many other aspects of environmental health. We need to think more in systems and less in species. We have to face complicated problems. More complicated than we were trained originally. As we say, "if it was easy, someone would have already done it". Since we are not trained for all aspects and don't have all the funding, we have to work with public and private sectors. We need law enforcement, we need political scientists, economists, social workers, ethics specialists... and so on. It is important that we work together, multisector, multidiscipline, multiregions to find innovative solutions together.

References

- ADISASMITO, W. B. et al. One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLoS Pathogens*. 8(6): e1010537, 2022.
- BANK, T. Safeguarding Animal, Human and Ecosystem Health: One Health at the World Bank. [Link](#)
- FAO, UNEP, WHO, and WOA. 2022. One Health Joint Plan of Action (2022-2026). Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. [Link](#)
- GRUETZMACHER, K. et al. The Berlin principles on one health-Bridging global health and conservation. *Science of the Total Environment*, v. 764, p. 142919, 2021.

JACKSON, J. K. et al. Global economic effects of COVID-19. 2020. [Link](#)

MACHALABA et al. One Health action for Health security and equity. 2023. [Link](#)

MARKOTTER, W. et al. Prevention of Spillover. 2023. [Link](#)

MARCHANT-FORDE, J. N.; BOYLE, L.A. COVID-19 effects on livestock production: a one welfare issue. *Frontiers in veterinary science*, v. 7, p. 585787, 2020.

Emerging viruses with zoonotic potential in the swine production chain

Fernando R. Spilki*

Universidade Feevale, Instituto de Ciências da Saúde, Novo Hamburgo, Brazil

*Correspondence: fernandors@feevale.br

Introduction

The swine are an important source of animal protein and products of pork origin are highly important in the composition of Brazil's export product portfolio. Nevertheless, besides emerging viral agents that impacts swine herds over the last years, other viruses may be present posing zoonotic potential and moderate to major threats to human health (Lin et al., 2022).

The expansion and intensification of pig production has led to significant changes in traditional pig husbandry practices, creating an environment that is conducive to the emergence and spread of infectious diseases. This has resulted in pigs becoming intermediate and amplifying hosts for viruses with pandemic potential (Lin et al., 2022). Pigs are also considered possible primary reservoirs for the creation of novel reassortant influenza A virus strains capable of causing pandemics (McLean and Graham, 2022).

Many viruses with the ability to infect humans may be found in commercial swine herds, backyard farms and in wild swine can range from viruses with high frequency and known to be emerging and endemic in humans, such as the Hepatitis E virus (HEV), to viruses with high pandemic potential and possible important consequences for health public health, such as potential emerging strains of Influenza A (Flu-A), past outbreaks of Japanese encephalitis (JEV) and Nipah virus, among others (Glud et al., 2021; McLean and Graham, 2022). There are also viruses with zoonotic potential that can be found very sporadically in pigs or whose susceptibility

of the species has been demonstrated in experimental infections, such as Zika or Ebola viruses (Barrette et al., 2009; Pena et al., 2018).

Depending on the viral species, the viruses can reach humans through meat food or water contaminated by swine waste (HEV), vectors (JEV) or in direct contact with animals or carcasses of sick animals (Flu-A, Nipah. etc) (Heldt et al., 2016; Lin et al., 2022).

In Brazil and Latin America, the biggest day-to-day concerns are about HEV and Flu-A. For the first, a set of studies demonstrates the ubiquity of HEV infecting asymptomatic swine populations and a set of evidence points to asymptomatic or symptomatic infection of humans by HEV genotype 3 from contact with swine as the primary source of infection, as well as the viral detection in effluents from swine farming and selected foodstuffs of swine origin (Heldt et al., 2016; Pereira et al., 2018). Thus, infection containment measures in swine herds, as well as special care regarding food (especially those containing pork liver) can be relevant measures (Soares et al., 2022).

In the specific case of Flu-A, a relevant concern is the already proven possibility of the introduction of emerging strains of Influenza from human species in pigs (Schaefer et al., 2025) and possible eventual return and reemergence of this virus after passages and potential genomic modifications from pigs to human beings - in particular to animal handlers, butchers and veterinarians in the frontline - or even to other domestic species (Bonfante et al., 2016).

Important measures that can be taken to reduce the risk of spillover and spillbacks caused/ or inducing pig-borne diseases are the application of proper biosafety protocols, advanced monitoring of herds and pork

products for emerging viruses, and vaccination of pigs to selected pathogens when feasible (Lin et al., 2022; McLean and Graham, 2022). This could help prevent zoonotic disease epidemics and protect humans from viruses with both endemic or pandemic potential. Additionally, improving pig husbandry practices and reducing the intensity of pig production could also help reduce the risk of disease emergence and spread.

Conclusion

Emerging viruses are indeed part of the XXI century major health concerns for domestic animals and human beings. The best possible preparation is based on knowledge about possible threats and a commitment to monitor and contain possible problems, also bringing to the sphere of public health protection and One Health the excellent work that we have already developed in pig farming to contain viral diseases typical of pigs.

References

- BARRETTE, R. W. et al. Discovery of swine as a host for the Reston ebolavirus. *Science*. v. 325, p. 204-206, 2009.
- BONFANTE, F. et al. Spillover transmission of European H1N1 avian-like swine influenza viruses to turkeys: A strain-dependent possibility? *Veterinary Microbiology*, v. 186, p.102-110, 2016.
- LIN, C. N. et al. Editorial: Zoonotic diseases among pigs. *Frontiers in Veterinary Sciences*, v. 9, p. 1122679, 2022.
- GLUD, H. A. et al. Zoonotic and reverse zoonotic transmission of viruses between humans and pigs. *Journal of Pathology, Microbiology and Immunology - APMIS* v.129, p. 675-693, 2021.
- HELDT, F. et al. Hepatitis E Virus in Surface Water, Sediments, and Pork Products Marketed in Southern Brazil. *Food and Environmental Virology*, v. 8, p. 200-205, 2016.
- MCLEAN, R.K.; GRAHAM, S.P. The pig as an amplifying host for new and emerging zoonotic viruses. *One Health*, v.14, p. 100384, 2022.
- PENA, L. J. et al. In vitro and in vivo models for studying Zika virus biology. *Journal of General Virology*, v. 99, p.1529-1550, 2018.
- PEREIRA, J. G. et al. Hepatitis A Virus, Hepatitis E Virus, and Rotavirus in Foods of Animal Origin Traded at the Borders of Brazil, Argentina, and Uruguay. *Food and Environmental Virology*. v. 10, p. 365-372, 2018.
- SCHAEFER, R. et al. A human-like H1N2 influenza virus detected during an outbreak of acute respiratory disease in swine in Brazil. *Archives of Virology*, v. 160, p. 29-38, 2015.

SOARES, V.M. et al. Detection of adenovirus, rotavirus, and hepatitis E virus in meat cuts marketed in Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brazil. *One Health*, v.14, p.100377, 2022.

Experiências americanas na produção de suínos sem uso de ATM

Mariana Boscato Menegat*

Holden Farms, Northfield, USA

*Correspondência: mariana@holdenfarms.com

Introdução

O uso de antimicrobianos (ATM) tem sido amplamente adotado na suinocultura devido aos benefícios em sanidade e desempenho, impulsionando a sobrevivência, produtividade e eficiência da produção de suínos. A restrição no uso de ATM na produção norte-americana de suínos segue regulações legislativas e demandas do mercado consumidor com o principal objetivo de minimizar a resistência antimicrobiana (Wisener et al., 2021).

Na suinocultura, os principais patógenos com níveis alarmantes de resistência antimicrobiana incluem agentes considerados onipresentes, como *Escherichia coli*, *Pasteurella multocida*, e *Streptococcus suis* (AVMA, 2020). Além disso, há um potencial de transmissão de resistência antimicrobiana para a medicina humana através de resíduos de ATM em produtos de origem animal como carnes, lácteos e ovos (Kirbis e Krizman, 2015). Nos Estados Unidos, o programa nacional de monitoramento de resíduos de ATM em produtos de origem animal relata que cerca de 0,3 a 0,4% das amostras de carcaça suína aleatoriamente testadas contém resíduos de ATM em violação às normativas americanas (FSIS, 2017). As principais regulamentações no uso de ATM partem da entidade americana U.S. Food and Drug Administration (FDA). O FDA promove o uso racional de ATM para os seguintes propósitos: tratamento individual de animais doentes, controle de doenças em uma população com animais doentes e prevenção de doenças em uma população em risco. A diretiva veterinária do FDA regula o uso de ATM relevantes à medicina humana nas rações, o qual deve

ser prescrito sem fins de promoção de crescimento e autorizado por um veterinário registrado.

A demanda por produtos de origem animal com restrição ou eliminação no uso de ATM está em crescimento. A produção sem uso de ATM é atualmente um nicho de mercado e pode ser uma oportunidade de diferenciação da carne suína frente ao consumidor. A percepção do consumidor pode impulsionar tanto o consumo de carne suína quanto a valorização do produto. No entanto existem diversos fatores a serem considerados em um programa sem uso de ATM, como a definição do programa, a implementação dentro do sistema de produção e o impacto dos atuais desafios de produção em condições sem ATM.

Produção americana sem uso de ATM

A definição da produção de suínos sem uso de ATM é amplamente variável. Os termos mais comumente usados são *antibiotics-free* (ABF), *no antibiotics ever* (NAE) e *raised without antibiotics*. No entanto, os termos não indicam uma padronização do programa de produção sem uso de ATM. Variáveis frequentes são: 1) definição do período; por exemplo sem uso de ATM do nascimento ao abate, do desmame ao abate ou da fêmea lactante ao abate da progênie; 2) definição da via; por exemplo, sem uso de ATM via injetável, via ração, via água ou por qualquer via de administração; 3) definição do tipo de ATM; por exemplo, sem uso de ATM promotores de crescimento, ATM relevantes para a medicina humana ou qualquer ATM. Além disso, alguns programas incluem requisitos de alojamento e alimentação como, por exemplo, gestação coletiva e rações sem ingredientes de origem animal.

Atualmente, suínos de abate provenientes de programas sem uso de ATM representam apenas uma pequena parcela da produção suína norte-americana. Estima-se que o *marketshare* de carne suína rotulada como sem uso de ATM seja em torno de 2% (IRI, 2019).

Implementação no sistema de produção

A implementação de um fluxo sem uso de ATM dentro do sistema de produção requer planejamento estratégico, logístico e financeiro, uma vez que representa apenas uma parcela da produção na maioria dos sistemas. O planejamento permite estimar os custos da produção sem uso de ATM e adotar posicionamentos estratégicos de valorização do produto no nicho de mercado, através de negociações referentes à remuneração por suíno e pagamento de *premium*.

O impacto na produtividade e custo de produção é provavelmente o ponto mais relevante que deve ser avaliado. Idealmente, deve ser estimado dentro da realidade do sistema de produção, uma vez que os dados de literatura são escassos e conflitantes. Estudos americanos em condições de campo (Main et al., 2010; Wolter e Gaines, 2016; Dee et al., 2018) relatam impacto negativo em ganho de peso, conversão alimentar, mortalidade e custo de produção, particularmente sob desafios sanitários. Ao mesmo tempo, outros estudos revelam mínimo impacto da produção sem uso de ATM (Tang et al., 2019). No entanto, a maioria dos estudos concorda que a mortalidade é o principal determinante do impacto do programa sem uso de ATM na produtividade e custo de produção.

A eficiência do programa sem uso de ATM é outro ponto que deve ser estimado. Eficiência se refere ao número de suínos que se mantém no programa sem ATM até o abate em relação ao número de suínos que iniciam o programa. É esperado que uma porcentagem dos suínos seja removida do fluxo sem ATM dada a necessidade de intervenção medicamentosa em caso de doença ou lesão. Na produção norte-americana, estima-se que 75 a 85% dos suínos que iniciam o programa sem uso de ATM sejam abatidos, mas esse número pode rapidamente reduzir para menos de 50% em desafios sanitários ou condições subótimas (Johnson, 2018).

A logística é um ponto crítico para a implementação do fluxo sem ATM dentro do sistema de produção, pois envolve coordenar uma série de itens em diversas operações do sistema, da fábrica de ração ao colaborador da granja até o coordenador de transporte. O planejamento logístico deve garantir a identificação e segregação dos animais no fluxo sem ATM e a adoção das exigências do programa sem ATM. Quanto à identificação e segregação dos animais, deve-se estabelecer um fluxo específico para acompanhar

os suínos criados sem ATM no sistema de movimentação de animais e gerenciamento de dados. Além disso, deve-se estabelecer um método de identificação individual de suínos para distinguir entre animais que fazem parte ou foram removidos do programa sem ATM como, por exemplo, através do uso de brincos. No momento do abate, deve-se determinar como segregar os suínos de abate nas cargas de transporte, baias de recebimento e linhas de abate no frigorífico. Quanto à adoção das exigências do programa, deve-se estabelecer um protocolo minucioso de comunicação para que todos os envolvidos estejam cientes dos requisitos do programa e dos animais que fazem parte do mesmo. Deve-se adotar uma nítida identificação do fluxo sem ATM nos lotes de produção, fichas de controle de lote, documentos de movimentação de animais, fórmulas de ração e fichas de entrega de ração.

Desafios no sistema americano

A produção sem uso de ATM é relativamente recente e representa uma porcentagem mínima da produção de suínos norte-americana. Ainda existem, portanto, diversos fatores desafiadores à produtividade, eficiência e rentabilidade da produção sem uso de ATM. Uma revisão bibliográfica recente (Patience e Ramirez, 2022) é categórica em determinar que “o sucesso da produção sem uso de ATM demandará uma abordagem multidisciplinar, envolvendo genética, sanidade, nutrição, ambiência, instalações, procedimentos operacionais, bem-estar, e cuidado animal”. Os autores elencam dez exigências mínimas para que o programa sem ATM seja bem-sucedido nos Estados Unidos: 1) rebanhos livre de síndrome reprodutiva e respiratória suína (PRRS); 2) alto nível de sanitização, manejo sanitário e biosseguridade; 3) programa vacinal robusto; 4) minimização de estressores ambientais; 5) idade ao desmame acima de 24 dias, preferencialmente 28 dias de idade; 6) genética robusta, mais resistente a doenças e menos propensa a fatores estressores; 7) ambiência de alta qualidade, com adequado fluxo de ar e ventilação; 8) formulação de dietas considerando exigências nutricionais e propriedades funcionais de ingredientes; 9) água de alta qualidade e em abundância; 10) cuidado animal especializado e individualizado para fêmeas, leitegada e leitões desmamados.

Conclusão

A produção de suínos sem uso ou com uso reduzido de ATM é uma tendência global que continuará a ser impulsionada por legislações e demandas do consumidor com o intuito de reduzir a resistência antimicrobiana. Na maioria dos cenários, a produção sem uso de ATM inicia

como um nicho de mercado e deve ser posicionada como tal, com foco na valorização do produto. As experiências americanas com produção sem uso de ATM demonstram que a implementação em sistemas de produção requer planejamento meticuloso, que a valorização da sanidade do rebanho é primordial, e que a maximização da eficiência do programa através de uma abordagem multidisciplinar é determinante para o sucesso do programa.

Referências

- AVMA. Antimicrobial resistant pathogens affecting animal health in the United States. Schaumburg: Committee on Antimicrobials, American Veterinary Medical Association, 2020.
- DEE, S. et al. A randomized controlled trial to evaluate performance of pigs raised in antibiotic-free or conventional production systems following challenge with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *PLoS One*. v.13, p.1-15, 2018.
- FSIS. Residue sample results. Washington: Food Safety and Inspection Service, United States Department of Agriculture. 50 pp, 2017.
- IRI. The state of the meat 2019: evolution of protein. Chicago: Information Resources Inc. 71 pp, 2019.
- JOHNSON, C. 2018. Raised without antibiotics: analyzing the impact of biological and economic performance. *Banff: Proc. Banff Pork Seminar*. v.29, p.215-222, 2018.
- KIRBIS, A.; KRIZMAN, M. Spread of antibiotic resistant bacteria from food of animal origin to humans and vice versa. *Procedia Food Science*. v.5, p.148-151, 2015.
- MAIN, R.G. et al. A field experience implementing an antibiotic-free program in a commercial production system. Ames: *Proc. 18th Annual Swine Diseases Conference for Swine Practitioners*, Iowa State University. p. 53-56, 2010.
- PATIENCE, J. F.; RAMIREZ, A. Invited review: strategic adoption of antibiotic-free pork production: the importance of a holistic approach. *Translational Animal Science*. v.6, p.1-44, 2022.
- TANG, K.L. et al. Examination of unintended consequences of antibiotic use restrictions in food-producing animals: sub-analysis of a systematic review. *One Health*. v.7(100095), p.1-6, 2019.
- WISENER, L. V. et al. Non-antibiotic approaches for disease prevention and control in nursery pigs: a scoping review. *Frontiers in Veterinary Science*. v.8, p.1-14, 2021.
- WOLTER, B.; GAINES, A. Growth of a pig production business, consumer challenges, strategies and opportunities. St. Paul: *Proc. Lemn Swine Conference*, University of Minnesota. 2016.

Quais os desafios para a produção de suínos sem o uso de antimicrobiano no cenário brasileiro?

Ricardo Yuiti Nagae^{1*}

Jonatas Wolf¹

Gustavo M. R. Simão²

¹ Seara Alimentos Ltda, Itajaí, Brasil

² Agrocere PIC, Rio Claro, Brasil

*Correspondência: ricardo.nagae@seara.com.br

Introdução

O uso de antimicrobianos (ATM) na produção animal e a criação de animais sem seu uso têm sido mundialmente discutidos (Dee et al., 2018). De maneira correlata à utilização de ATM para a medicina humana na manutenção da saúde, na produção animal tem se mostrado efetiva na melhora da condição dos rebanhos. Em contrapartida, inversamente proporcional à descoberta de novos princípios ativos, existe um aumento de resistência antimicrobiana (RAM). O aparecimento de RAM é um fenômeno de seleção natural e quanto maior a exposição do agente ao princípio ativo, maior é a velocidade da ocorrência deste fenômeno. Desta forma, a discussão quanto ao incremento do uso de ATM, tanto em medicina humana como animal, vem sendo questionado no intuito de reduzir esta velocidade da RAM (Dewulf et al., 2022; Karriker et al., 2022). Neste sentido, ações têm sido realizadas para o nivelamento e uso prudente, alinhadas com legislações de restrição ao seu uso, como a exemplo dos aditivos promotores de crescimento com base antimicrobiana e dos princípios ativos criticamente importantes à saúde humana. O conceito de proibição total de uso de ATM não deve ser considerado como alternativa a esta demanda pelo fato da necessidade de manter a integridade e saúde do animal. O foco deve ser na forma de uso racional e prudente para garantir a saúde do plantel, saúde humana, segurança alimentar e redução da RAM (Dee et al.,

2018; Barcellos et al., 2009). Na presente discussão serão apresentadas informações sobre pontos importantes a serem considerados a respeito dos desafios na produção de suínos sem o uso de antimicrobianos.

Por quê o uso de antimicrobianos na suinocultura?

Desvios no equilíbrio da relação Ambiente ↔ Hospedeiro ↔ Doença proporcionam um quadro de instabilidade sanitária no plantel e a ocorrência das doenças na sua forma clínica. O uso de antimicrobianos na suinocultura está associado à presença da doença clínica nos animais, ou seja, quanto menor o número de animais que apresentam os sinais clínicos de doença, menor o uso de ATM. Plantéis livres de agentes como *Mycoplasma hyopneumoniae* e *Actinobacillus pleuropneumoniae* mostram melhores indicadores de desempenho zootécnico como ganho de peso diário e eficiência alimentar, consequentes ao baixo desafio sanitário. Por outro lado, uma característica das granjas no Brasil é a presença de plantéis endêmicos a agentes respiratórios como o Complexo de Doenças Respiratória dos Suínos (Morés et al., 2015; Ciacci-Zanella et al., 2016) e a entéricos como a *Lawsonia intracellularis* (Resende et al., 2015). Plantéis com infecção endêmica a agentes infecciosos e produção em grande escala são fatores que, associados, aumentam os desafios sanitários e chances de ocorrência da doença clínica (Barcellos et al., 2008; Johnson, 2018). Neste modelo de produção em plantéis endêmicos, portanto, é fundamental a estabilidade imunitária do plantel e do indivíduo para a

redução do aparecimento de casos clínicos e disseminação da doença.

De maneira geral, as medidas para redução do uso de ATM incluem ações relacionadas à melhoria das práticas de biossegurança interna/externa, condições ambientais de criação, planejamento do fluxo de produção, origem e cuidados com as leitoas de reposição, redução da mistura de origens e programas de vacinação que proporcionem o bem-estar e saúde do animal (Barcellos et al., 2009; Maes, et al., 2020).

Quais os desafios para produção de suíno sem uso de ATM?

A implantação de um programa de redução/retirada do uso de ATM inicia-se com desenvolvimento de uma matriz de avaliação de risco para a realização de um diagnóstico de situação atual e identificação dos fatores de risco que, associados ou não, levam ao uso da terapia antimicrobiana. Os programas devem incluir ações mitigatórias para a correção dos riscos identificados e, a partir destes ajustes iniciais, desenvolver procedimentos operacionais padrões (POP). O sucesso do programa é dependente do rigor no cumprimento dos POP que basicamente são focados na saúde do plantel, ou seja, controle dos agentes endêmicos, redução da pressão de infecção, melhora da imunidade, redução de fatores estressores e consequente uso racional de ATM (Barcellos et al., 2009; Patience e Ramirez, 2022). Estudos realizados com a retirada de ATM da ração mostram resultados variáveis no desempenho, porém, existe o consenso da necessidade de controle dos fatores de risco (Dee et al., 2018; Faccin et al., 2020; Tutida et al., 2021; Güths et al., 2022). Um dos grandes desafios dos programas encontra-se na gestão e cumprimento efetivo dos POP na rotina diária das unidades produtivas.

O que deve ser considerado em um programa de redução/retirada de ATM?

As fragilidades e fatores de risco são singulares e específicas de cada sistema de produção, portanto, não existe uma regra única para os POP. No entanto regras mínimas devem ser consideradas com o objetivo de garantir a saúde do rebanho e ter sucesso no programa.

Biossegurança e fluxo de produção: são procedimentos imprescindíveis para a redução da pressão de infecção e bloqueio da entrada de novos agentes no plantel. A blindagem e o fluxo da granja e/ou pirâmide sanitária devem ser planejadas para um formato de fluxo unidirecional com origem única e dimensionadas para atender a demanda da produção da granja, evitando contaminações residuais

por “quebra” do programa de vazio sanitário e limpeza/desinfecção, higienização caminhões, mistura de origens/idades (Amaral e Mores, 2008). O manejo em bandas, por exemplo, é um modelo de fluxo de produção importante para a redução na pressão de infecção pela melhora no fluxo e desenvolvimento do sistema imune do leitão (Fontana et al., 2015; Johnson, 2018).

Aclimação das leitoas de reposição: a entrada de leitoas de reposição é um fator de risco para o equilíbrio imunitário do plantel, especialmente em situações onde a origem é externa ao sistema de produção (Brandalise et al., 2019). As leitoas para a reposição do plantel devem ser oriundas de fonte única de fornecimento, para evitar a entrada de novos agentes patogênicos. Previamente à entrada na granja, idealmente as leitoas devem ser aclimatadas, como a exemplo da aclimação a *Mycoplasma hyopneumoniae*, uma técnica conhecida e viável para ser praticada a campo (Takeuti et al., 2017; Nagae et al., 2023).

Conforto e bem-estar animal: o efeito do estresse pode prejudicar a imunidade, diminuindo a resposta e a função das células imunes e aumentando os mecanismos imunossupressores ativos, levando a uma menor resistência a patógenos (Dhabhar, 2009). O suíno deve ser criado em um ambiente que proporcione o seu conforto em temperatura, espaço e qualidade do ar para reduzir o estresse e a pressão de infecção, reduzindo a predisposição a doenças respiratórias (Barcellos et al., 2008). Na fase de creche, por exemplo, a redução do espaço de comedouro pode aumentar a prevalência de canibalismo em leitões nesta fase (Laskoski et al., 2021).

Qualidade do leitão: fatores como ingestão de colostro e idade do leitão são fundamentais para um programa de redução de uso de ATM. Estudos mostraram que a ingestão de colostro e a idade de desmame têm influência no desempenho e perdas dos leitões em fase de creche e terminação (Ferrari et al., 2014; Faccin et al., 2020). Segundo Gonçalves (2016), a idade média de desmame praticada no Brasil está entre 20 e 23 dias.

Imunidade dos suínos: as estratégias de controle sanitário têm como objetivo reduzir os indivíduos suscetíveis e, consequentemente, evitar a doença clínica, diminuindo a disseminação do patógeno (Johnson, 2018). A vacinação induz uma resposta imune ativa, diminuindo a suscetibilidade à infecção em comparação aos animais não imunizados (suscetíveis), reduzindo o potencial de transmissão da doença no plantel. Portanto a disseminação de patógenos nos plantéis de suínos está relacionada com a cobertura vacinal da população (Rose e Andraud, 2017).

Capacitação e gestão do programa: a capacitação, a implementação e a gestão da rotina diária do sistema de produção são fundamentais para o sucesso do programa.

Todas as pessoas envolvidas no processo devem ser sensibilizadas quanto ao uso prudente e racional de ATM e capacitadas aos POP. A gestão do programa deve ser realizada com o foco no cumprimento dos procedimentos através de checagens em intervalos pré-definidos como, por exemplo, a realização de auditorias internas com o uso de checklist. E os resultados das auditorias e dos planos de ações sistematizadas irão proporcionar uma melhor gestão do programa.

Conclusão

A redução do uso de antimicrobianos na suinocultura brasileira é um assunto que vem sendo amplamente discutido e com boas evoluções. Restrições para o uso dos ATM com foco, primeiramente, nos aditivos promotores de crescimento já são adotados por outros países e devem ser pautados no Brasil. No cenário atual a produção sem o uso de ATM deve ser precedida de um bom planejamento, com programas customizados a cada sistema de produção, respeitando tópicos importantes como planos de erradicação de doenças endêmicas de alto impacto e difícil controle, fechamento de sistemas com reposição interna, planejamento de fluxo de produção, melhoria da ambiência, conceitos modernos de biossegurança e programas de vacinação, buscando a redução da pressão de infecção em cada lote produzido.

Referências

AMARAL, A. L.; MORES, N. Planejamento da produção de suínos em lotes com vazão sanitário. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.3 n.1, p.143-154, 2008.

BARCELLOS, D. E. S. N. et al. Relação entre ambiente e doenças respiratórias em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.36, p.87-94, 2008.

BARCELLOS, D.E.S.N. et al. Aspectos práticos sobre o uso de antimicrobianos em suinocultura. *Acta Scientiae Veterinariae* v.37, p.151-155, 2009.

BRANDALISE, L. et al. Dinâmica da infecção de *Mycoplasma hyopneumoniae* em leitões de reposição negativos para o agente. *Revista Acadêmica de Ciência Animal*, v. 17, supl. 1, p.197-198, 2019.

CIACCI-ZANELLA, J. et al. Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.5, p.443-453, 2016.

DEE, S. et al. Randomized controlled trial to evaluate performance of pigs raised in antibiotic-free or conventional production systems following challenge with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *PLoS ONE*, v.13, n.12, 15p, 2018.

DEWULF, J. et al. Reducing antimicrobial use in pig production through improvement of management and biosecurity. In: 26th international pig veterinary society congress - IPVS 2022, p.46-54, 2022.

DHABHAR, F. S. Enhancing versus suppressive effects of stress on immune function: implications for immunoprotection and immunopathology. *Neuroimmunomodulation*, 16, n.5, p.300-317, 2009.

FACCIN, J. E. et al. Relationship between weaning age and antibiotic usage on pig growth performance and mortality. *Journal of Animal Science*, v.98, p.1-10, 2020.

FERRARI, C. V. et al. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, v.114, p.259-266, 2014.

FONTANA, D. et al. Manejo em bandas na suinocultura. 2015. [Link](#)

GONÇALVES, M. Qual o impacto da idade dos leitões ao desmame no desempenho subsequente? 2016. [Link](#)

GÜTHS, M. F. et al. Removal or substitution of in feed antimicrobials in swine production. *Preventive Veterinary Medicine*, v.205, 2022.

JAMES, D. McKean Swine Disease Conference, p.48-50, 2018.

JOHNSON, C. Batch farrowing for disease control. 2018 ISU

KARRIKER, L. A. Antimicrobial use in pigs in North America. 2022 IPVS 26th international pig veterinary society congress - IPVS 2022, p.55-61, 2022.

LASKOSKI, F. et al. Effects of different feeder and floor space allowances on growth performance and welfare aspects in nursery pigs. *Livestock Science*, v. 249, 2021.

MAES, D. et al. Antimicrobial treatment of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections. *The Veterinary Journal*. v.259, 2020.

MORÉS, M. A. Z. et al. Aspectos patológicos e microbiológicos das doenças respiratórias em suínos de terminação no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v.35, n.8, p725-733, 2015.

NAGAE, R. Y. et al. Acclimation of replacement gilts to *Mycoplasma hyopneumoniae*: a case study of fogging with an aerosol inoculum. *Animal Production Science*, v.63, n.9, p.869-877, 2023.

PATIENCE, J. F.; RAMIREZ, A. Invited review: strategic adoption of antibiotic-free pork production: the importance of a holistic approach. *Translational Animal Science*, v.6, p.1-44, 2022.

RESENDE, T. P. et al. Serological profile, seroprevalence and risk factors related to *Lawsonia intracellularis* infection in swine herds from Minas Gerais State, Brazil. *BMC Veterinary Research*, 11:306, 2015.

ROSE, N.; ANDRAUD, M. The use of vaccines to control pathogen spread in pig populations. *Porcine Health Management*, v. 3, 8p, 2017.

TAKEUTI, K. L. et al. Detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in naturally infected gilts over time. *Veterinary Microbiology*. v.203, p.215-220, 2017.

TUTIDA, Y. H. et al. Effects of in feed removal of antimicrobials in comparison to other prophylactic alternatives in growing and finishing pigs. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia* v.73, n.6, p.1381-1390, 2021.



A produção de suínos sem o emprego do óxido de zinco nas dietas

Caio Abércio da Silva*
Rafael Humberto de Carvalho

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil

*Correspondência: casilva@uel.br

Introdução

As semanas que sucedem o desmame, mesmo diante dos recursos nutricionais e alimentares atualmente melhor dirigidos e empregados, dos conhecimentos sobre bem-estar animal aplicados, dos programas vacinais administrados serem mais efetivos e das condições ambientais serem mais bem monitoradas, ainda constituem um desafio na vida do leitão.

O desafio que persiste decorre de vários aspectos e inevitavelmente também provêm dos avanços genéticos, que seguem em constante e intensa evolução. A alta prolificidade das matrizes e o metabolismo incrementado são benéficos, mas também representam um ônus genético, pensando nos lactentes e desmamados, pois estes impactam no menor consumo de colostro em leitegadas mais numerosas (Oliviero, 2022) e no maior estresse oxidativo, que se mostra mais evidente especialmente em leitões de baixo peso ao nascer e ao desmame (Novais et al., 2021). Este conjunto de situações determina que o desmamado seja mais vulnerável aos transtornos gastrintestinais, que em geral repercute negativamente no desempenho. Este cenário remete claramente que a boa performance e a saúde dos desmamados, respectivamente caracterizadas por ganhos de peso diários (GPD) superiores a 400 g/dia e pela ausência de diarreia, é de origem multifatorial. Portanto qualquer ação isolada, em tese, impacta limitadamente estes parâmetros.

Neste contexto, por décadas o óxido de zinco (ZnO), sob altas doses, representou um importante aliado

para o controle dos quadros de diarreia, típicos desta fase, melhorando por consequência o desempenho zootécnico. O ZnO, em nível gastrintestinal, auxilia na preservação da mucosa intestinal e na instigação das secreções digestivas, favorece os sistemas antioxidantes e as células imunes, além de exercer um efeito antibacteriano contra a *Escherichia coli* F4 (K88), principal agente da diarreia pós-desmame (Bonetti et al., 2021). No entanto, desde o ano de 2022, a Comunidade Europeia banuiu seu uso nesta condição preventiva (2000 a 3000 ppm), um final com data prevista que, sob um aspecto positivo, permitiu que todos se preparassem para este dia "apocalíptico", contagiando mercados de todo o mundo que, no mínimo, inquietam-se com o tema e veem como certa esta mudança.

A partir das experiências daqueles que já estão vivenciando essa nova fase, nas observações dos experimentos que conduzimos e nas informações fornecidas pela literatura, existem diversos pontos cruciais que devem ser compreendidos e considerados para progredirmos em direção a esse cenário sem o uso do ZnO.

Desenvolvimento

Com base em mais de 30 experimentos conduzidos desde 2020, envolvendo um número superior a 11 mil leitões desmamados avaliados, observamos que o uso de ZnO sob doses acima de 2000 ppm nas rações pré-iniciais I não afetou o consumo diário de ração (CDR) e o GPD na primeira semana após o desmame. Constatamos, no entanto, que seu uso resultou em um melhor GPD e peso final durante a fase de creche [0,372 vs. 0,404 g ($p = 0,037$) e 21,220 vs. 22,980 kg ($p = 0,031$),

respectivamente], e determinou uma tendência na redução dos quadros diarreicos (coeficiente de correlação de -0,33, $p = 0,073$). Por sua vez, os quadros de diarreia apresentaram uma correlação negativa significativa com o GPD total na fase (respectivamente -0,46, $p = 0,002$) (Silva, 2023; dados não publicados).

As avaliações com aditivos que possam substituir o ZnO têm apresentado uma variedade de resultados, indicando que esta equivalência nem sempre é plena. No entanto, ao analisar alguns resultados positivos alcançados por alguns desses aditivos, em circunstâncias específicas, fica evidente que a multifatorialidade dos quadros diarreicos, que às vezes afeta o desempenho zootécnico, deve ser considerada caso a caso para que uma utilização bem dirigida destes determine resultados consistentes.

Experiências bem-sucedidas na minimização destes quadros e na otimização do desenvolvimento dos leitões necessariamente passam pelas ações pré-desmame, como aumentar a ingestão de colostro e incentivar o consumo de ração *creep-feeding*. Além disso, a qualidade das rações pré-iniciais desempenha forte relação com a redução dos quadros de diarreia. Ao analisar a mesma base de dados dos nossos estudos com aditivos, verificamos que em leitões desmamados submetidos a rações pré-iniciais com formulações e níveis nutricionais distintos, houve uma tendência de menor incidência de quadros diarreicos, como atestam Gao et al. (2019), e melhores taxas de GPD na fase total de creche ($p = 0,063$; coeficiente de correlação de 0,28) para leitões que ingeriram rações de melhor qualidade (Silva, 2023; dados não publicados).

A qualificação da ração em categorias (boa ou ruim) ou escala (0 a 10), entretanto, não é uma condição objetiva e, por essa razão, são utilizados alguns indicadores clássicos suportados pela literatura e pelos resultados práticos observados nas granjas para orientar algumas características mínimas desejáveis dessa qualificação. Essas premissas constituem uma base de referência registrada no último congresso Europeu, realizado em 2022, que tratou durante algumas edições anuais do tema zero zinco na suinocultura. Assim, estão listados os seguintes pontos desejáveis numa ração pré-inicial I de alta qualidade: presença de cereais processados em uma proporção superior a 20%, uso de derivados lácteos de alta qualidade em uma quantidade acima de 20%, presença de plasma *spray-dried* entre 2 e 5%, níveis de aminoácidos livres acima de 30%, utilização de ingredientes com baixa capacidade de tamponamento (*acid binding capacity*), presença de ácidos orgânicos, níveis de proteína bruta abaixo de 17,5 - 18,5%, granulometria máxima de 1 mm em até 50% da ração, e uso de fontes de fibra.

A combinação de rações de qualidade com aditivos que possuam propriedades antimicrobianas, antiinflamatórias, antioxidantes e imunomoduladoras, como os taninos,

pro-bióticos, prebióticos, extratos vegetais e óleos essenciais, via de regra, melhora o desempenho e o status de saúde intestinal. O "resgate" dos probióticos e o conhecimento mais aprofundado das potencialidades dos prebióticos, dos óleos essenciais e dos compostos fenólicos, têm sido positivos neste cenário, considerando a sinergia que determina sobre a modulação gastrintestinal e os índices zootécnicos. Neste tema, observamos resultados similares de GPD e do número de casos de diarreia ($p > 0,05$) ao comparar o uso de 2500 ppm de ZnO associado à enramicina com dietas contendo 0,2% tanino condensado oriundo do extrato de acácia negra (*Acacia mearnsii*) (0,365 g para o ZnO vs 0,394 g para o tanino, e 18 casos de diarreia para o ZnO vs 21 casos de diarreia para o tanino) (Souza et al., 2022).

Identificamos também o mesmo número de quadros de diarreia ($p > 0,05$), além de um GPD similar ($p > 0,05$) na fase de creche (0,405 vs 0,423 g), respectivamente, entre leitões desmamados submetidos a dietas contendo 2500 ppm de ZnO vs um *blend* de ácido benzóico e probióticos (*Bacillus licheniformis*, *B. subtilis* e *Enterococcus faecium*) (Silva et al., 2021).

Quanto aos aditivos que mimetizam o ZnO, utilizando esse mineral na condição quelatada ou como uma nanomolécula, todos sob baixas concentrações, ainda não se verificam resultados consistentes, conforme apontam as pesquisas (Ogbuewu e Mbajiorgu, 2023).

No quesito manejo alimentar, observamos que um consumo de ração mais elevado na primeira semana pós-desmame possui uma relação positiva com o desempenho durante essa semana e com o desempenho geral até o final da fase de creche, conforme indicado pelos resultados de nossos estudos. Essa relação de consumo é evidenciada pelas correlações significativas com o GPD na primeira semana ($r = 0,91$; $p = 0,0001$), com o GPD ($r = 0,46$; $p = 0,0010$) e a conversão alimentar no período total de creche ($r = 0,35$; $p = 0,020$) e com o peso final na fase ($r = 0,42$, $p = 0,005$) (Silva, 2023; dados não publicados); todavia, não há uma relação significativa com a qualidade de ração, o que não invalida o uso de rações de alta qualidade, dado os seus efeitos na redução dos quadros de diarreia e na modulação da microbiota intestinal.

Esta orientação tem identificação com os resultados obtidos por Engelsmann et al. (2023), os quais verificaram que leitões que apresentaram um maior CDR nos primeiros quatro dias pós-desmame (181 g/dia), em relação àqueles que tiveram um baixo CDR no período (35,7 g/dia), demonstraram um maior GPD (395 versus 342 g/dia, $p < 0,05$) e melhor conversão alimentar (1,31 versus 1,40, $p < 0,05$) entre o desmame e os 28 pós-desmame. No entanto esse maior CDR também aumentou a probabilidade de ocorrência de quadros de diarreia, passando de 25% para

36%. Estes achados contrastantes sugerem que o leitão tem uma limitação fisiológica/digestiva/enzimática (HEO et al., 2013), não correspondendo com êxito, pensando nos quadros de diarreia, quando este apresenta um alto consumo de ração nos primeiros dias pós-desmame. Esta observação remete novamente à orientação de se promover um elevado consumo alimentar antes e após o desmame, ou seja, deve-se ensinar/estimular o leitão lactente a consumir *creep-feeding* e, após o desmame, a ingerir maiores somas de rações de qualidade (o fracionamento dos tratos por um período de 5 dias é positivo neste sentido).

Conclusão

A retirada do ZnO na condição de doses terapêuticas será uma realidade. Os aditivos utilizados como substitutos têm potencial para fornecer resultados consistentes e competitivos. No entanto, até o momento, o processo mostra-se exitoso quando paralelamente são atendidas algumas prerrogativas, destacando ações pré-desmame, como a otimização de um maior consumo de colostro e de *creep-feeding*, e pós-desmame, como, especialmente, atenção para um efetivo estímulo de consumo de rações pré-iniciais que detenham alta qualidade.

Referências

BONETTI, A. et al. Towards Zero Zinc Oxide: Feeding Strategies to Manage Post-Weaning Diarrhea in Piglets. *Animals*. v.11, 2021.

ENGELSMANN, M. N. et al. Effect of post-weaning feed intake on performance, intestinal morphology, and the probability of diarrhoea in piglets. *Animal*. v. 17, p. 100891v.17, 2023.

HEO, J. M. et al. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: A review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. v.97, p.207-237,2013

GAO, J. et al. What Is the impact of diet on nutritional diarrhea associated with gut microbiota in weaning piglets: a system review. *Biomed Research International*. p.1-14, 2019

NOVAIS, A. K. et al. Weaning differentially affects mitochondrial function, oxidative stress, inflammation and apoptosis in normal and low birth weight piglets. *PLoS ONE*. v.16, p.1-21, 2021.

OGBUEWU, I.; MBAJIORGU, C. A. Performance characteristics of weaned pigs on zinc supplementation: a meta-analysis. *Applied Ecology and Environmental Research* Appl. Ecol. Envir. Research. v. 21, p.853-867, 2022.

OLIVIERO, C. Offspring of hyper prolific sows: Immunity, birthweight, and heterogeneous litters. *Molecular Reproduction and Development*. v.1, p.1-5, 2022.

SILVA, C. A., et al. Impact of zinc oxide, benzoic acid and probiotics on the performance and cecal microbiota of piglets. *Animal Microbiome*. v. 3, p. 86, 2021

SOUZA, K. L. et al. Condensed tannin (Black Wattle extract) can replace zinc oxide in nursery piglets rations? In: *Zero Zinc Summit 2022, Copenhagen*. 2022.

Estratégias e oportunidades no manejo nutricional de creche

Carlos Junior Kippert^{1,2*}

¹ BRF S.A. – Cieux Agropecuário, Curitiba, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

*Correspondência: carlos.kippert@brf.com

Introdução

Na suinocultura comercial, o desmame é um evento abrupto e, em idade precoce, marcado por uma série de estressores que frequentemente interferem no desenvolvimento fisiológico normal. Isso resulta em menor consumo de ração e ganho de peso imediatamente após a desmama ou ainda a condições de menor saudabilidade dos leitões. Recentes mudanças na regulamentação de diversos países a respeito da produção animal e iniciativas preocupadas com a sustentabilidade ambiental levam à necessidade de ajustes na nutrição e manejo da fase de creche. Planos para o uso racional de antibióticos (terapêuticos ou promotores de crescimento) e a redução de microminerais na dieta (Zn e Cu) podem ser otimizados por ações ligadas à nutrição e manejo alimentar. As estratégias desenvolvidas nestas condições auxiliam a suinocultura no atendimento de demandas atuais e futuras e favorecem o pilar da sustentabilidade da cadeia. Trataremos aqui de algumas ferramentas e ações aplicáveis na nutrição e manejo alimentar durante a fase de creche.

Manejo alimentar pré-desmama

Benefícios na alimentação de leitões no *creep-feeding* durante a lactação são demonstrados em várias pesquisas, expressos pelo desenvolvimento do intestino, ativação do complexo substrato-enzima,

redução do alimento não digerido e fermentável no intestino, busca exploratória do alimento e menor tempo de inanição no pós-desmama. Essas estratégias promovem redução na probabilidade de diarreia por *E. coli* e outros agentes infecciosos. O fornecimento de uma ração pré-desmama deve ser concentrado após os 14 dias de idade. Em um experimento fatorial avaliando o consumo de ração pela fêmea (*ad libitum* ou restrita) e o fornecimento de ração no *creep-feeding* aos seus leitões (com ou sem fornecimento), Sulabo et al. (2010a) indicaram que o nível de consumo de ração pela fêmea (restrito ou *ad libitum*) não afetou o consumo de ração pelo leitão ou o percentual de leitões considerados “consumidores”. O desempenho do leitão no pré e pós-desmama não foi afetado pela oferta de ração no *creep-feeding*. Apenas quando os leitões durante a lactação foram categorizados como “leitões consumidores”, “leitões não-consumidores” e “leitões que não tiveram acesso ao *creep-feeding*”, observou-se que o ganho de peso diferiu: 393 g/dia, 376 g/dia e 378 g/dia, respectivamente. Isto sugere que não apenas a presença da ração aos leitões, mas também o estímulo ao consumo, é importante para uma maior proporção de leitões “consumidores”. O consumo de ração durante a fase de lactação também é afetado pela idade dos leitões. Os mesmos autores, comentam que o consumo na 1ª, 2ª e 3ª semana foi de 4%, 17% e 79% respectivamente do consumo total. O consumo de ração por leitões lactentes e a proporção de leitões pode ser influenciada por diferentes modelos de comedouros. Ainda que diferenças para desempenho no pré-desmame não tenham sido encontradas por Sulabo et al. (2010b), a proporção de leitões que consumiram ração foi maior em um modelo de comedouro tubular fechado

comparado com comedouros em que a ração fica exposta ao ambiente. O uso de comedouros que atraem a atenção dos leitões, quando comparado aos tradicionais, elevou a curiosidade e incentivou ludicamente a busca pelo alimento; também promoveu melhor conversão alimentar e peso vivo, e menor índice de diarreia (Middelkoop et al., 2019). Espera-se que dietas complexas (lácteos, ingrediente de elevada digestibilidade, etc.) demonstrem melhor desempenho que dietas simples (baseadas em vegetais e proteínas animais), devido a sua palatabilidade, alta digestibilidade e aditivos presentes. No entanto Collins et al. (2013) relataram que o fornecimento aos leitões de uma dieta complexa durante a lactação não alterou o desempenho durante a pré-desmama e toda fase de crescimento e terminação. Houve ainda um maior consumo de ração e ganho de peso durante a curta fase de 5 dias após a desmama para a ração mais simples, contrariando a expectativa inicial.

Manejo alimentar pós-desmame

O fornecimento de ração em tapetes ou mesmo no piso das baias imediatamente após a desmama pode levar a um comportamento de alimentação precoce, reduzindo assim a taxa de remoção de leitões pós-desmama, conforme evidenciado por Wensley et al. (2022). O espaço de comedouro disponível por leitão entre 4,0 e 4,4 cm pode melhorar o ganho de peso de leitões após o desmame, bem como reduzir as lesões por mordedura de rabo e de orelha, conforme relatado por Laskoski et al. (2021).

Considerações sobre a dieta

Diversas podem ser as estratégias nutricionais adotadas na pós-desmama e elas variam em função do status de saúde dos leitões, do manejo da granja, da genética, da idade de desmama, da variação de peso entre os leitões desmamados, entre outros. A disponibilidade de novos aditivos para rações tem aumentado e torna-se grande aliada ao uso associado com ações que permitam uma nutrição cada vez mais funcional. Ações como a manipulação da capacidade tampão da dieta, uso de fibras vegetais, alterações na composição proteica e de aminoácidos entre outras demonstram efeito sobre os desafios na fase de creche.

Capacidade tampão da dieta: A capacidade do estômago para digerir os nutrientes de forma eficaz depende do pH estomacal, da taxa de esvaziamento gástrico, da composição da dieta, do tamanho da refeição e da quantidade de secreção gástrica produzida. Leitões jovens produzem baixas quantidades de HCl, resultando em um pH estomacal alto, menor ativação enzimática e,

consequentemente, menor digestibilidade da dieta. Este último, junto à ingestão infrequente, mas relativamente grande de alimentos sólidos por refeição durante o período pós-desmame, pode resultar em um pH estomacal elevado e variável. O elevado pH estomacal aumenta a quantidade de proteína não digerida que entra no trato intestinal e eleva o risco de diarreia pós-desmame. Molist (2022) comenta que a formulação com o indicador de capacidade tampão ABC-4 (*Acid Binder Capacity pH4*) próximo ou menor que 250 mEq pode propiciar um pH no estômago ao redor de 3,5, otimizando, assim, a atividade enzimática estomacal. Isto pode ser atingido através da seleção de ingredientes com menor capacidade tampão, redução da proteína bruta da dieta, adição de ácidos orgânicos ou seus sais, entre outros.

Fibras vegetais: A inclusão de carboidratos fermentáveis na dieta de desmame pode reduzir a colibacilose pós-desmame, promovendo a proliferação de microbiota comensal e a redução da fermentação de proteína no trato digestivo. Fibras vegetais provêm uma matriz para a adesão das fímbrias de enterobactérias patogênicas, pela sua similaridade com receptores presentes no intestino. Os resultados dependem do tipo de fibra utilizada, provavelmente sua origem, composição (FDN, FDA, Lignina, etc) e capacidade fermentativa. Pesquisadores verificaram que o uso de 10% de fibra de beterraba foi positivo na redução de diarreia por infecção experimental por *E. coli* F18 em leitões. Já a inclusão de 15% DDGS na dieta sem o uso de uma carboxilase promoveu maior índice de diarreia e contagem de *E. coli* nas fezes (Li et al., 2020a). Em um experimento avaliando a inclusão de farelo de trigo moído fino ou grosseiramente, relatou-se que a contagem do sorotipo de *E. coli* F4 na mucosa ileal reduziu significante, o escore fecal melhorou e a produção de ácidos graxos de cadeia curta aumentou, resultando em melhores indicadores de saúde intestinal (Molist et al., 2010; Molist et al., 2011). O farelo de trigo parece ter uma especificidade elevada para a adesão de *E. coli*. Um menor tempo para adesão foi encontrado para duas cepas patogênicas (F4 e outra sem fímbrias), quando comparado com outras fontes de fibra: casca de arroz, casca de soja, feno de gramíneas, polpa de beterraba, casca de ervilha ou casca de aveia. A inclusão de fibras solúveis (polpa de beterraba) ou fibras insolúveis (DDGS) na dieta de leitões experimentalmente desafiados por uma cepa de *E. coli* ETEC F18 altera a microbiota intestinal, a qual é restaurada pela adição de carboxilase. A enzima promove aumento do ácido acético no ceco e reduz o pH no cólon, que pode beneficiar a saúde intestinal (Li et al., 2020b).

Nível de proteína bruta e suplementação de aminoácidos: Van der Peet-Schwering et al. (2019), avaliando diferentes desafios sanitários, em especial *E. coli* e LPS, concluíram que a suplementação dietética de

Metionina+Cistina, Treonina e Triptofano, em adição ao requerimento basal e de deposição proteica, pode ser benéfico para leitões com o sistema imune ativado por um desafio sanitário ou por baixas condições de higiene. Atenção ainda deve ser dada para o potencial da suplementação de outros aminoácidos, como a classe BCAA (Val, Ile, Leu) em leitões imunodesafiados, permitindo maior performance de crescimento e resposta do sistema imune. Uma dieta com baixa proteína bruta (17,3%) em leitões experimentalmente infectados com uma cepa de *E. coli* F18 reduziu a proliferação e adesão na mucosa intestinal e foi acompanhada por uma redução da presença de células de goblet e da expressão do gene SGLT-1, associado ao transporte de fluido intestinal e íons. Além disto, a dieta alta de proteína (22,2% PB) foi associada a uma maior incidência de diarreia (Opapeju et al., 2015).

Conclusão

As estratégias aqui apresentadas podem ser úteis na produção de suínos para amenizar ou solucionar problemas que iniciam antes mesmo do desmame e se expressam com maior força na fase de creche. Ações amplas como as abordadas anteriormente precisam ser discutidas entre os diferentes grupos acadêmicos e profissionais da suinocultura (saúde animal, manejo, genética e nutrição), com objetivo de uma produção sustentável, ética, de qualidade e de custo competitivo.

Referências

COLLINS, C. L. et al. Interactions between piglet weaning age and dietary creep feed composition on lifetime growth performance. *Animal Production Science* 53, 1025-1032, 2013.

LASKOSKI, F. et al. Effects of different feeder and floor space allowances on growth performance and welfare aspects in nursery pigs, *Livestock Science*, Volume 249, 104533, 2021.

LI, Q. et al. A soluble and highly fermentable dietary fiber with carbohydrases improved gut barrier integrity markers and growth performance in F18 ETEC challenged pigs. *Journal of Animal Science* 2019.97:2139-2153, 2020b.

LI, Q. et al. Dietary soluble and insoluble fiber with or without enzymes altered the intestinal microbiota in weaned pigs challenged with enterotoxigenic *E. coli* F18. *Front. Microbiol.* 11:1110, 2020a.

MIDDELKOOP, A. et al. Feed intake of the sow and playful creep feeding of piglets influence piglet behaviour and performance before and after weaning. *ci Rep* 9, 16140, 2019.

MOLIST, F. et al. Effect and interaction between wheat bran and zinc oxide on productive performance and intestinal health in post-weaning piglets. *British Journal of Nutrition* 105, 1592-1600, 2011.

MOLIST, F. et al. Effect of wheat bran on the health and performance of weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K88+. *Livestock Science* 133, 214-217, 2010.

MOLIST, F. Feeding strategies. *Zero Zinc Summit Proceedings*. 2022.

OPAPEJU, F. O. et al. Low crude protein diets modulate intestinal responses in weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K88. *Can. J. Anim. Sci.* 95:1-8, 2015.

SULABO, R. C. et al. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of Animal Science*, 88 3145:3153, 2010a.

SULABO, R. C. et al. Effects of creep feeder design and feed accessibility on preweaning pig performance and the proportion of pigs consuming creep feed. *Journal of Swine Health Production*, 18(4):174-18, 2010b.

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C et al. Amino acid requirements in relation to health status in growing and finishing pigs. *Wageningen Livestock Research*, Report 1168, 2019.

WENSLEY, M. R. et al. Effects of mat feeding on the growth performance, removal, and mortality of pigs after weaning. *J Anim Sci*, 100(12):skac344, 2022.



Piglets survival and pre-weaning mortality: practical management procedures to improve these indicators

Kelly Jaqueline Will*
Gabriela Piovesan Zanin
Ana Paula Gonçalves Mellagi
Rafael da Rosa Ulguim
Fernando Pandolfo Bortolozzo

Setor de Suínos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

*Correspondence: kellyjaquelinewill@gmail.com

Introduction

The piglet's survival and managing pre-weaning mortality are critical aspects of swine production. High pre-weaning mortality rates (PWM) can significantly impact farm profitability and productivity. In Brazilian production systems, approximately 15% of mortality occurs during lactation (Agriness, 2022), mainly in the first five days after farrowing (Panzardi et al., 2013). However, increased pre-weaning mortality rates not only lead to financial losses but also indicate underlying issues in the management and health of the herd. Therefore, the early identification of factors associated with high PWM and targeted interventions and management practices are essential to improve pre-weaning survival rates. Thus, this article aims to discuss practical measures that can be taken to effectively control and manage PWM, thereby ensuring the optimal survival of piglets.

Factors contributing to piglet pre-weaning mortality

Pre-weaning mortality is a multifactorial problem that varies between systems and locations, and these factors are associated with the sow, the piglets, and the environment. The leading causes of PWM reported

in the literature are crushing, low-vitality piglets, and starvation (Panzardi et al., 2013; Baxter and Edwards, 2015). For example, inadequate sow nutrition during gestation can lead to weak piglets with diminished immunity, thus increasing their vulnerability to diseases. The increase in the litter size can also result in some issues, such as reduced piglets' birth weight, and longer farrowing duration, which can compromise the vitality of the piglet, consequently, resulting in a higher PWM when compared to small litter sizes (Nuntapaitoon and Tummaruk, 2018; Ward et al., 2020). In addition, extended farrowing duration causes stressful situations for the sow, which can compromise colostrum intake and litter development (Malmkvist et al., 2012; Ward et al., 2020). In this way, newborns with low vitality and insufficient colostrum intake within the critical first hours of birth can deprive piglets of vital nutrients and antibodies, further affecting their chances of survival, especially those with also low birth weight (Ferrari et al., 2014; Ward et al., 2020).

Concerning the environment, poor farrowing facilities with insufficient space and improper flooring can result in a higher occurrence of piglet crushing, contributing to mortality rates. Correctly preparing the farrowing pen is crucial for the piglet's survival. Andersen et al. (2009) observed that piglets without heating source after birth had higher mortality due to crushing and lower body temperature (Vande Pol et al., 2020). Furthermore, stressors events and

health challenges can compound these issues, leading to higher PWM. However, it is essential to emphasize the importance of each system identifying its main challenges and adopting targeted strategies to mitigate the effects on piglets' survivability.

Targeted strategies to improve piglet pre-weaning survival

Implementing practical management practices to improve PWM rates effectively is difficult but essential for sustainable swine production. The survival of piglets during this critical phase reflects the herd's health and directly impacts the operation's economic viability. Addressing key factors contributing to pre-weaning mortality through practical interventions can significantly enhance piglet survival rates and ensure the long-term success of pig farming. The main points to control and pay attention to regarding PWM are sow nutrition, farrowing facilities, farrowing supervision, colostrum management, environmental conditions, and health monitoring.

Sow nutrition: Ensuring proper nutrition with appropriate nutrients, vitamins, and minerals for gestating sows is paramount. Inadequate nutrition can lead to weak piglets with reduced immunity, negatively impacting piglet survival (Tucker et al., 2021). Different nutritional strategies have been studied, in various phases of gestational and lactational periods, aiming to improve piglets' survival rates (Threadgold et al. 2021; Tucker et al., 2021). However, there isn't a single solution for all the problems, enforcing the necessity of individual system evaluation and management strategy. However, adequate body condition score and energy status are fundamental to the farrowing process, fetus and piglet development.

Farrowing facilities: Well-designed farrowing facilities can reduce PWM. Adequate space, proper flooring, and temperature control are essential for the piglets welfare. Thus, using farrowing crates that can mainly prevent sows from crushing piglets can significantly improve survival rates.

Farrowing supervision: Good farrowing supervision is essential to reduce the occurrence of stillbirth and low-vitality piglets that are more prone to death in the first days of life. In addition, the farrowing assistance can help identify the sows with a high risk of increased PWM, such as higher parity, shorter gestation length, higher number of total born piglets, longer farrowing duration, and low birth weight piglets. Therefore, more attention can be given to those sows and piglets, and early targeted interventions can be performed in order to mitigate PWM, such as farrowing assistance, help to get proper colostrum intake, ensuring appropriate additional heat source, and other necessary assistances.

Colostrum management: Colostrum intake is crucial for

piglets' immunity and survival (Devillers et al., 2011). It is recommended a colostrum intake of at least 200 - 250 g per piglet in the first 24 hours of life to increase the survival rates and development before and after weaning (Quesnel et al., 2012; Ferrari et al., 2014). Ensuring that piglets intake as much colostrum as they can within the first 24 hours after birth provides them with essential antibodies and nutrients, as well as provide piglets energy for thermoregulation and weight gain (Johnson et al., 2020; Tucker et al., 2021). Properly management of the colostrum intake of piglets and improving the distribution of the colostrum among the litter can enhance their chances of survival throughout the whole lactational period (Devillers et al., 2011; Ferrari et al., 2014; Kirkwood et al., 2021).

Environmental conditions: Providing an environment with additional heat sources for the piglets is essential for survival as they are born with a limited energy supply and an immature thermoregulation system (Edwards and Baxter, 2015). Creating a comfortable and stress-free environment for piglets and sows is also essential for improving piglets' survival rates, as stressed sows are more likely to keep moving and increase the chance of crushing (Ward et al., 2020). Thus, maintaining appropriate ambient temperature, ventilation, and cleanliness in the farrowing area can minimize stress for the sow and piglets and the risk of disease transmission.

Health monitoring: Regular health checks and early detection of diseases can prevent the spread of infections among piglets. Implementing a vaccination and treatment program and proper biosecurity measures can significantly reduce the impact of health-related PWM.

Incorporating practical management procedures to improve these indicators represents an essential approach to safeguarding welfare, improving piglet survival rates, and, consequently, the profitability of swine production. However, no single strategy or management is capable of solving all problems. It is essential to consider the circumstances of each swine production system and take action based on each specific system challenge.

Conclusion

The survival of piglets and managing PWM are critical components of the successful swine production system. By addressing factors contributing to PWM and implementing targeted strategies based on each system challenges, such as ensuring proper nutrition, optimizing farrowing facilities, managing colostrum intake, maintaining suitable environmental conditions, and monitoring health, farmers can help improve piglet survival rates. These management practices enhance farm profitability and contribute to the swine herd's health, animal welfare, and sustainability.

References

- ANDERSEN, I. L. et al. Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. *Animal*, v. 3, n. 4, p. 592-597, abr. 2009.
- CAGRINESS. Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos. Acesso em: 10 ago. 2023.
- DEVILLERS, N. et al. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, v. 5, n. 10, p. 1605-1612, out. 2011.
- EDWARDS, S. A.; BAXTER, E. M. Piglet mortality: causes and prevention. In: *The Gestating and Lactating Sow*: ed.: Wageningen Academic Publishers, p.649-653, 2015.
- FERRARI, C. V. et al. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 114, n. 3-4, p. 259-266, 1 jun. 2014.
- KIRKWOOD, R. N. et al. Management strategies for improving survival of piglets from hyperprolific sows. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, v. 51, n.4, p.629-636, 2021.
- MALMKVIST, J. et al. Influence of thermal environment on sows around farrowing and during the lactation period. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 9, p. 3186-3199, 1 set. 2012.
- NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. Factors influencing piglet pre-weaning mortality in 47 commercial swine herds in Thailand. *Tropical Animal Health and Production*, v. 50, n. 1, p. 129-135, 1 jan. 2018.
- PANZARDI, A. et al. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 110, n. 2, p. 206-213, 1 jun. 2013.
- QUESNEL, H. et al. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, jul. 2012.
- THREADGOLD, T. et al. Identifying Suitable Supplements to Improve Piglet Survival during Farrowing and Lactation. *Animals*. v. 11, n. 10, p. 2912, 2021.
- TUCKER, B. S. et al. Piglet Viability: A Review of Identification and Pre-Weaning Management Strategies. *Animals*. v. 11, n. 10, p. 2902, 2021.
- VANDE POL, K. D. et al. Effect of drying and/or warming piglets at birth on rectal temperature over the first 24 h after birth. *Translational Animal Science*, v. 4, n. 4, 1 out. 2020.
- WARD, S. A. et al. Administering dexamethasone to prepartum sows: Effects on sow and piglet performance. *Livestock Science*, v. 239, p. 104171, 1 set. 2020.

Physiology and management of peri-parturient sows and their piglets: challenges in hyperprolific sows

Nicoline Soede^{1*}
Pieter Langendijk^{1,2}
Bas Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, The Netherlands

² TrouwNutrition Innovation, Amersfoort, The Netherlands

*Correspondence: nicoline.soede@wur.nl

Introduction

World-wide pig production has changed considerably over the last decades. There has been a move to large-scale, efficient production systems with limited space allowance and reduced labour input per sow. At the same time, genetic selection has increased litter size in leaner sows, and increased piglet gain during lactation and to slaughter. These changes in performance have brought new challenges for sow- and piglet welfare around parturition, that are mostly related to the parturition process (Rutherford et al., 2013) and more specifically the increase in farrowing duration (e.g. van den Bosch et al., 2022), and to the reduced birth weight of piglets in large litters. This paper will, therefore, focus on some environmental and nutritional factors influencing sow physiology around parturition, including relevant consequences for the piglets. As the European parliament has voted to ban farrowing crates from 2027 onwards, also some benefits and challenges of loose housing will be discussed. This paper is largely based on Langendijk and Soede (2023).

Sow physiology and behavior around parturition

The parturition process and concomitant colostrum production is initiated by a complex cascade of

endocrine events. Luteal progesterone starts declining at ca 4 days before parturition while the foeto-placental oestrogen secretion steadily increases. Then fetuses start to produce cortisol, which triggers the release of prostaglandins from the endometrium, that induce final regression of the corpora lutea (CL). The CL cease to secrete progesterone and start to secrete relaxin instead. The lower progesterone level also allows prolactin release from the pituitary, which stimulates the mammary glands to produce colostrum and milk, and will also initiate uterine contractions. Concomitantly, oxytocin level increases, which is essential for uterine contractions, fetal expulsion and milk letdown. In addition, these pre-partum endocrine changes also trigger the so-called nest-building behaviour of sows. Sows will become more active and restless, and provided with the right substrates, they will build a nest for the piglets in the last 24h before birth of the first piglet.

The course of all these events influences subsequent processes. For example, the timing of progesterone decline has been related to farrowing duration (Langendijk et al., 2018), to the timing of placental expulsion (Björkman et al., 2018) and to early litter weight gain (Passille et al., 1993). Equally, reduced opportunities to build a nest may result in frustration, and may affect maternal behaviour post-farrowing and result in piglets being crushed (Damm et al., 2010).

The farrowing duration, i.e. the period between the birth of the first and last piglet in the litter, has increased

considerably in recent years, and this is related to litter size. Each additional piglet increases farrowing duration by 28 minutes (based on 15 studies in the last 18 years, in which average litter size varied between 10 and 24, reviewed by van den Bosch et al., 2023). The increased farrowing duration affects both sow and piglet welfare and performance, as sows will experience a prolonged period of pain and piglets will have a higher risk of dying, both during and after parturition (van den Bosch et al., 2023).

Environmental and nutritional influences

Calcium homeostasis: The frequency and force of uterine contractions are regulated by oxytocin; however, calcium levels in the circulation are critical to ensure that contractile activity takes place in a coordinated manner. Around parturition, there is a high demand for calcium, both for these uterine contractions, but also for colostrum secretion. This may result in suboptimal calcium availability, certainly at long farrowing durations. Circulating calcium levels are maintained by absorption from the gut, mobilization from skeletal reserves and reabsorption through the kidneys (Schonewille et al., 1999), which are all regulated by parathyroid hormone (PTH), in a response to low calcium levels. Feeding low calcium diets before farrowing may support calcium homeostasis during farrowing, because it activates these mechanisms. Alternatively, as calcium homeostasis is facilitated by a slightly acidic pH, altering the cation/anion balance of the diet to a low electrolyte balance might benefit uterine contractions. Indeed, a low dietary electrolyte balance reduced the number of stillborn piglets (Langendijk et al., 2021).

Thermobiology: Driven by the endocrine and behavioural changes mentioned before, sows also experience an increase in rectal temperature (0.5 - 1.4 °C), skin temperature, heart rate and respiratory rate in the 12h before farrowing. The increase in temperature reflects an increase in heat production, probably associated with increased activity, uterine contractions and colostrum production. The increase in heart rate and respiration rate may also result from these, but may also result from increased anxiety and pain. As sows mainly rely on evaporative cooling through panting, high ambient temperatures may further intensify these changes. A high respiratory rate results in respiratory alkalosis, and the associated increase in blood pH compromises calcium homeostasis. Indeed, an ambient temperature of 28-30 °C compared to 20 °C increased rectal (+1.4 °C) and skin (+4 °C) temperatures and respiration rate (+300%) and compromised the farrowing process, as evident from e.g. delayed expulsion of the placentae and increased stillbirth rate (+30 %) (Zhao et al., 2022). These changes illustrate the

challenges of high environmental temperatures for periparturient sow physiology.

Constipation: The water content of faeces and the defaecation frequency often decrease in the days before farrowing, associated with a low feed intake and low fibre content of lactating sow diets. Constipation increased the pain during farrowing and is associated with an increase in farrowing duration, which is possibly related with the associated stress that decreases oxytocin secretion. High fiber diets can improve faecal consistency and farrowing duration (e.g. Oliviero et al., 2010; Lu et al., 2023).

Exhaustion: Compromised or prolonged farrowing have been associated with 'exhaustion' or 'uterine fatigue'. These terms have not been clearly defined, but seem to indicate that prolonged uterine contractions are energy demanding and need specific resources. On the one hand, this seems unlikely as uterine muscular tissue, the myometrium, consists of smooth muscle tissue, which uses ATP at a much slower rate than skeletal muscles. On the other hand, Feyera et al. (2018) found that farrowing duration, and consequently the need for farrowing assistance and the number of stillborn piglets, increased when more time had passed since the last meal. The authors suggested this to be associated with the lower blood glucose levels in these sows. Indeed, Carnevale et al. (2023a) found that the glycemia level at onset of farrowing was higher when the interval from last meal was shorter, and also that a higher glycemia level was related to a reduced farrowing duration ($\beta = -122,4 \text{ min/mMol/L}$). Drenching sows with a supplement of readily digestible carbohydrates and glycerol at the onset of farrowing (10.5 kcal/kg 0.75), kept up piglet vitality of the later born piglets, as shown by their APGAR-score, and increased colostrum intake of the litter (Carnevale et al., 2023b). However, although Will et al. (2023) found a lower farrowing duration and increased blood glucose levels during parturition in sows that were injected with dexamethasone at the onset of parturition, still birth rate and colostrum intake were not affected. Thus, alleviating sow exhaustion during farrowing potentially improves sow welfare and piglet vitality, but needs further investigation.

Sow mortality: Over the last decade, sow mortality (i.e. dead sows and forced cullings) has increased worldwide. Actual levels are difficult to compare between countries because of different registration methods, but, in Denmark, with mostly Danish genetics, sow mortality rose from 11.9% in 2014 to 16.1% in 2021 (Hansen, 2022). In Brazil, 123 sow deaths were investigated. The 57 sows that died or were euthanised in the 2 weeks around parturition had a higher incidence of prolapses (*15), heart failure and genital disorders (*4) and urinary disorders (*2) compared to the 67 sow deaths outside this period (Monteiro et al., 2022). These findings show that sow mortality is particularly high in the

peri-partum phase, which seems related to the increased challenges of sows in this period, as discussed above. In the United States, a large study investigated the contribution of pelvic organ prolapse (POP) (Ross, 2019). POP, including rectal, vaginal and uterine prolapse, characterized by the loss of support from tissues and muscles of the pelvic floor, was responsible for 21% of sow mortality on 104 sow farms. POP incidence was not related to parity, total litter size or sows that needed farrowing assistance. "Multiple factors that may contribute to POP in sows were identified, enabling the design of subsequent studies in specific areas of interest". In the meantime, it has become clear that there is also a genetic basis to this phenomenon (Bhatia et al., 2023), but no clear management solutions yet.

Loose farrowing? Many of the studies above have used crated sows, being the most used housing system for farrowing sows. However, the increasing societal interest in sow welfare might force the industry to move to loose housing, certainly in Europe. Multiple studies have compared farrowing performance of crated and loose housed sows, and report an improved farrowing process, provided there is a low-stress environment with sufficient space and available nestbuilding materials, and have also found improved maternal care behaviours of the sows (see Langendijk and Soede, 2023). However, piglet crushing is still an issue with loose farrowing (Glencorse et al., 2019), specifically with large litters. Much research effort is needed to solve this issue.

Conclusion

In high prolific sows, the parturition process has become more challenging, to both sows and their piglets. These challenges seem to come together in the prolonged farrowing process. Apart from litter size, the farrowing process is affected by multiple factors that are partly inter-related; stress, calcium availability, constipation, exhaustion, high environmental temperature and crated housing.

References

- BHATIA, V. et al. Identification of the genetic basis of sow pelvic organ prolapse. *Frontiers in Genetics*, v. 14, no. 1154713, 2023.
- BJÖRKMAN, S. et al. Prolonged parturition and impaired placenta expulsion increase the risk of postpartum metritis and delay uterine involution in sows. *Theriogenology*, v.106, p.7-92, 2018.
- VAN DEN BOSCH, M. et al. Sow nutrition, uterine contractions, and placental blood flow during the peri-partum period and short term effects on offspring: a review. *Animals*, v.13, no. 910, 2023.
- CARNEVALE, R. et al. Peripheral glycemia and farrowing traits in pigs: an observational study, *Livestock Science*, v.270, no. 105203, 2023a.
- CARNEVALE, R. et al. Energy supplementation during farrowing improves piglets' vitality and colostrum intake. *International Conference on Pig Reproduction*, Abstract 22, p.30-31, Ghent, Belgium, 2023b.
- DAMM, B.I. et al. Sow preferences for farrowing under a cover with and without access to straw. *Applied Animal Behaviour Science*, v.126, p.97-104, 2010.
- FEYERA, T. et al. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets and farrowing assistance. *Journal of Animal Science*, v.96, p. 2320-2331, 2018.
- GLENCORSE, D. et al. Impact of non-confinement accommodation on farrowing performance: a systematic review and meta-analysis of farrowing crates versus pens. *Animals*, v. 9, no.957, 2019.
- HANSEN, C. Landsgennemsnit for produktivitet - produktionen af grise - 2021, *Seges Innovation*, 14 pp, 2022.
- LANGENDIJK, P.L.; SOEDE, N.M. Physiology and management of the peri-parturient sows in the context of changing production conditions. *Reproduction in Domestic Animals*, v.00, p. 1-9, 2023.
- LANGENDIJK, P. L. et al. Prolonged duration of farrowing is related to a slow decline in progesterone before farrowing. In: *Proceedings of the 22nd European Society for Domestic Animal Reproduction*, Cordoba, Spain, p.27-29, 2018.
- LANGENDIJK, P. L. et al. Meta-analyses of the efficacy of a novel nutritional supplement to reduce stillbirths. *Journées de la Recherche Porcine*, v.53, p.209-210, 2021.
- LU, D. et al. Consumption of dietary fiber with different physicochemical properties during late pregnancy alters the gut microbiota and relieves constipation in sow model. *Nutrients*, v.14, no. 2511, 2022.
- MONTEIRO, M. S. et al., Causes of sow mortality and risks to post-mortem findings in a Brazilian intensive swine production system. *Animals*, v. 12, no. 1804, 2022.
- OLIVIERO, C. et al. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*, v.119, p.85-91, 2010.
- PASSILLÉ, A.M. et al. Performance of young piglets: relationships with periparturient progesterone, prolactin, and insulin of sows. *Journal of Animal Science*, v.71, p.179-184, 1993.
- PLUSH, K. J. et al. The effect of hessian and straw as nesting material on sow behaviour and piglet survival and growth to weaning. *Animal*, v.15, no.100273, 2021.
- ROSS, J. W. Identification of putative factors contributing to pelvic organ prolapse in sows (Grant # 17-224) II Industry Summary (Accessed July 24, 2023). [Link](#)

RUTHERFORD, K. M. D. et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare*, v. 22, p.199-2018, 2013.

WILL, K. J. et al. Relationship between dexamethasone treatment around parturition of primiparous sows and farrowing performance and newborn piglet traits. *Theriogenology*, v.198, p.256-263, 2023.

ZHAO, W. et al. Heat stress of gilts around farrowing causes oxygen insufficiency in the umbilical cord and reduces piglet survival. *Animal*, vol. 16, no. 100668, 2022.

Cinco ações que devem ser implementadas para melhoria do desempenho e otimização de recursos na reprodução de suínos

Rafael Kummer*
Deivison Pereira Fagundes

Master Agroindustrial, Videira, Brasil

*Correspondência: rafael@master.agr.br

Introdução

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo. Seus dois principais modelos de produção, verticalizado ou independente, são responsáveis por produzir aproximadamente 5 milhões de toneladas de carne suína anualmente, com um incremento médio anual de 4 a 5% no volume de carne produzido (ABPA, 2023). Além disso, mais de 1,2 milhão de pessoas vivem diretamente da suinocultura no Brasil.

Segundo o relatório anual de desempenho da Agriness, a média de leitões nascidos vivos nos últimos 15 anos aumentou em mais de 3 leitões por parto nas melhores granjas. Além da melhoria reprodutiva nos últimos 15 anos, houve também uma economia aproximada de 2 a 3 kg de ração por ano por animal, além de uma melhoria na qualidade de carne e rendimento de carcaça.

Ao observar a rentabilidade na suinocultura nos últimos 15 anos, apesar dos ciclos de altas e baixas, percebe-se uma margem positiva de 3 a 4 dólares por suíno terminado (Figura 1). O aumento de produtividade e a melhoria da eficiência alimentar foram fatores decisivos para manter a competitividade da cadeia.

Além das estratégias para melhoria de produtividade técnica, é ainda mais importante o conhecimento do sistema e uma visão econômica de toda a cadeia produtiva para que as corretas leituras do sistema sejam feitas e as decisões sejam mais assertivas, beneficiando o sistema como um todo.

Dessa forma, serão descritas a seguir cinco ações que devem ser implementadas para melhoria do desempenho e otimização dos recursos na produção de suínos.

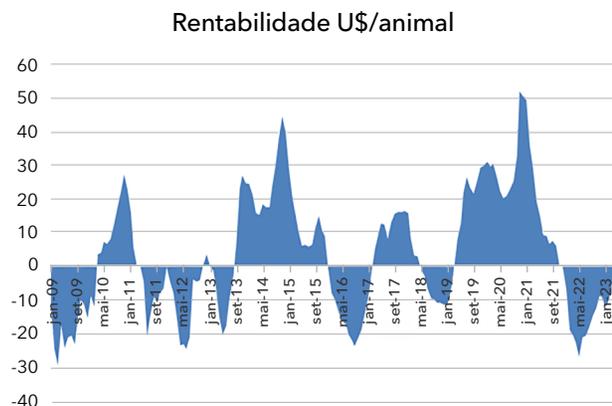


Figura 1 - Rentabilidade média no Brasil (U\$/suíno).

1. Programa genético

A implementação de um programa genético bem definido é uma das bases para todo o sistema de produção, visto que características desejáveis como tamanho de leitegada, taxa de crescimento, eficiência alimentar, rendimento e qualidade de carcaça estão intrinsecamente relacionados ao potencial genético da raça/cruzamento escolhido (Akanno et al., 2013).

As empresas de genética possuem em seu portfólio animais eficientes para diferentes características, porém é papel do gestor definir qual utilizar e quais características melhor atendem os objetivos desejados, com avaliações constantes dentro de cada sistema. Ao modo que a genética escolhida impulsiona os resultados do sistema produtivo, é necessária a utilização de:

- Animais eficientes: bom desempenho de crescimento e eficiência alimentar;
- Animais prolíficos: mais animais disponíveis para comercialização;
- Animais saudáveis: capacidade de sobrevivência em todas as fases da vida, aumentando a renda e reduzindo custos com tratamentos farmacológicos.

Dessa forma, o conhecimento dos distintos grupos genéticos e dos fatores ambientais que afetam essas características permitem designar quais seriam os melhores genótipos e também qual ambiente favoreceria um grupo-alvo de características (Henriques et al., 2022)

Além disso, o controle interno da produção de sêmen/machos (central de produção de sêmen) e as granjas núcleos (produção de bisavós e avós) são fatores importantes para serem pensados estrategicamente no sistema.

2. Sanidade/Biossegurança

Assegurar o status sanitário em um sistema de produção de suínos requer investimentos e processos, ainda mais em sistemas produtivos intensivos, cujo elevado número de animais e a alta movimentação humana favorecem a propagação de agentes patogênicos. A ocorrência de determinadas doenças na produção animal pode acarretar em impactos negativos no desempenho e bem-estar animal, sendo, portanto, um dos pilares principais da suinocultura (Mores et al., 2022). Além da piora de desempenho na produção, uma gestão inadequada do programa sanitário pode levar a perdas importantes na indústria, com aumento na condenação de carcaças e perdas de qualidade do produto final.

Para que um suíno expresse seu potencial produtivo é necessário que o mesmo esteja em equilíbrio com o ambiente que o cerca. Para isso é necessário que se faça

uma análise sistemática de cada fase de produção para adaptar, da melhor forma possível, os meios de controle dos desafios que interferem na eficiência do sistema (Ulguim et al., 2022).

Dessa forma, alguns pontos importantes devem ser observados na elaboração de protocolos sanitários e biossegurança:

- Programa de biossegurança externo e interno, para evitar a entrada de novas doenças e a manifestação clínica de agentes já existentes no sistema.
- Atualização constante do programa de vacinação frente aos principais agentes patogênicos de interesse do sistema.
- Ações individualizadas e temporais: identificar o momento de vulnerabilidade da unidade ou sistema para que seja adaptado um protocolo (vacinal, medicamentoso ou de manejo) específico frente ao desafio encontrado.
- Protocolos efetivos e claros que observem a otimização dos recursos humanos e tecnológicos sempre considerando a análise de custo-benefício.

Além disso, é necessário ter pessoas buscando diariamente alternativas e/ou soluções aos desafios encontrados dentro de cada unidade, visto que as respostas, na maioria das vezes, estão dentro do próprio sistema. Algumas vezes as soluções para os desafios sanitários podem estar em encontrar estratégias não medicamentosas, como definição de fluxo de produção, ambiência, vazios sanitários e linhagens genéticas, entre outras.

3. Programa nutricional

Estabelecer um programa nutricional para alimentação dos suínos vai muito além da formulação correta de uma dieta. Impactando em mais de 70% dos custos de produção, a área da nutrição tem um papel importante na saúde financeira do sistema de produção de suínos.

Atualmente os índices produtivos não são mais os mesmos do passado. Com animais mais eficientes e prolíficos, as exigências nutricionais também precisam ser reavaliadas e testadas constantemente. Dessa forma, é importante que o sistema detenha em mãos o controle da produção/formulação das dietas para que se consiga, de forma estratégica, alocar recursos onde o maior retorno produtivo/financeiro seja alcançado.

O sistema de alimentação também deve ser pensado dentro de um programa nutricional, ao modo que é preciso que o animal tenha a dieta disponível de acordo com sua exigência. A utilização de sistemas automatizados facilita a distribuição, reduz a necessidade de mão de obra e garante, em muitos casos, acesso *ad libitum* ao alimento fresco com o mínimo de desperdício.

4. Pesquisa e desenvolvimento (P&D)

Cada sistema de produção possui características individuais, sejam elas de instalações, manejos, pessoas, etc. Assim, ter uma estrutura de P&D dentro do sistema de produção garante uma vantagem competitiva nos negócios, pois ao criar, testar, validar ou aprimorar manejos, protocolos ou insumos já utilizados, produzem-se informações para a tomada de decisão dentro do sistema.

A parceria com centros de pesquisa e universidades também se faz importante para o melhoramento constante da produtividade. Disponibilizando espaço dentro do sistema de produção tem-se a oportunidade da utilização do capital intelectual (de professores e alunos) e de equipamentos que a academia detém para que a alta qualidade das informações seja gerada.

A adoção de tecnologias para o incremento produtivo é um fator que cada vez mais as empresas precisam estar em adequação, como sistemas de controle de qualidade das doses inseminantes (Sistema CASA, por exemplo), climatização/ambiência nas instalações, automatização de sistemas de alimentação, controle de qualidade de insumos (Sistema NEAR, por exemplo), entre outras tecnologias empregadas no sistema que geram ganhos em produtividade e otimização dos recursos disponíveis.

Além disso, o desenho do fluxo de produção é determinante onde se busca a melhora dos custos por animal produzido. Ter o controle dos custos por pirâmide de produção traz benefícios quanto à tomada de decisões, seja de caráter sanitário, zootécnico ou financeiro. O desenho do tamanho das unidades de produção também é algo a ser levado em consideração nas novas construções. Em unidades grandes tem-se o desafio de se manter em altas produtividades, contudo não é somente a produtividade que mantém um sistema de produção em competitividade.

5. Desenvolvimento de equipe

Os recursos humanos empregados dentro do sistema têm um papel fundamental no avanço produtivo. Uma equipe experiente possui domínio sobre o sistema de produção, abrindo margens para que o sistema consiga ser cada vez mais eficiente.

Um dos grandes desafios enfrentados pelos produtores, no entanto, é o crescente custo com a mão de obra. Diante disso, a intensificação da produção a partir da melhoria dos resultados da produtividade bem como o uso de tecnologias de automação são pontos-chave quando se pensa em otimização dos recursos humanos nos diferentes sistemas de produção, seja ele independente ou integrado.

Ao modo em que se ganha em escala de produção, a otimização da mão de obra torna-se um alvo constante em qualquer sistema produtivo. Para isso, alguns pontos devem ser observados:

- Direcionamento de funções e priorização de atividades;
- Simplificação e clareza nos manejos rotineiros;
- Automatização de atividades sempre que possível;
- Qualificação constante da equipe;
- Possuir estratégias para construir um time engajado e motivado para buscar melhorias constantes.

Conclusão

A carne suína é a fonte de proteína mais importante no mundo, sendo o Brasil um importante *player* desse mercado. Nos últimos anos, a atividade está em constante evolução no país e tem se destacado pelos incrementos de produtividade em todas as fases da cadeia. Apesar dos ganhos técnicos, sempre as estratégias de ganho econômico devem ser observadas, pois apesar de o Brasil se destacar pelo eficiente custo de produção, as margens econômicas da atividade são reduzidas. Para a sustentabilidade do sistema de produção, as estratégias “macro” do sistema, como a definição do programa genético, sanitário e nutricional, devem estar bem alinhadas com a gestão do dia a dia das pessoas. Nesse mesmo aspecto, o programa interno de pesquisa e desenvolvimento deve ser implementado para que respostas sejam encontradas e implementadas com mais assertividade para a melhoria contínua do sistema.

Referências

- BABPA. Relatório Anual. 2023. [Link](#)
- AGRINESS. Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos. 2023.
- AKANNO, E. C. et al. Meta-analysis of genetic parameter estimates for reproduction, growth and carcass traits of pigs in the tropics. *Livestock Science*, v. 152, p. 101-113, 2013.
- HENRIQUES, R. F. et al. Depicting latent variables considering different pig genetics and nutritional plans in crossbred pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 51, 2022.
- MORES, N. et al. Doenças na suinocultura. Doenças dos Suínos. 3 ed. Cap. 1, p. 19, Porto Alegre, 2022.
- ULGUIM, R. R. et al. Exame de Rebanho. Doenças dos Suínos. 3 ed. Cap. 2, p. 29, Porto Alegre, 2022.



Fenótipos de baixo peso: impactos na taxa de retenção de matrizes

Fernanda Radicchi C. L. de Almeida*

Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

*Correspondência: falmeida@icb.ufmg.br

Introdução

O desempenho das porcas ao longo da sua vida produtiva pode ser medido pela longevidade, prolificidade, fertilidade e eficiência reprodutiva. Longevidade é representada pelo número de partos até o descarte ou pelos dias de vida da porca desde o seu nascimento até o descarte (Koketsu e Iida, 2020). Neste cenário, as marrãs apresentam um papel essencial como futuras reprodutoras do plantel. Assim, o estabelecimento de critérios para a seleção destas fêmeas é fundamental para aumentar a eficiência reprodutiva.

As marrãs de reposição são a base para a manutenção da fertilidade do plantel e prepará-las adequadamente é fundamental para maximizar a produtividade como futuras matrizes (Patterson et al., 2020). O peso ao nascer, o fenótipo do peso da leitegada ao nascimento, bem como o desempenho dos leitões na fase pré-desmama são indicadores precoces da retenção e desempenho futuro dessas marrãs. Mesmo sendo o baixo peso ao nascer uma realidade nas granjas em função do advento das fêmeas hiperprolíficas, estudos que associam tais parâmetros com longevidade, afetando principalmente a taxa de retenção, são limitados. Adicionalmente, há evidências de que o desempenho dos leitões na fase pré-desmama possui correlação positiva com o seu desempenho futuro, não apenas relacionado a características zootécnicas, mas também em termos de parâmetros reprodutivos. Dessa forma, o presente

trabalho teve por objetivo apresentar dados existentes sobre peso ao nascimento, o fenótipo de peso ao nascimento da leitegada, a fase pré-desmame e seu impacto sobre a taxa de retenção de marrãs.

Desvendando o significado do peso ao nascer na espécie suína

O advento das fêmeas hiperprolíficas trouxe vantagens para o sistema de produção, como aumento na eficiência reprodutiva e maior disponibilidade de animais para o abate. No entanto problemas também surgiram, entre eles maior variabilidade no peso ao nascimento, resultando no aumento da proporção de animais com baixo peso e maior mortalidade pré-desmama. Estes leitões foram acometidos pela restrição intrauterina de crescimento (RIUC), condição na qual o feto não consegue expressar o seu potencial de crescimento de acordo com a idade gestacional.

O suíno é a espécie em que a RIUC ocorre naturalmente, mas de forma severa, em decorrência de insuficiência placentária, sendo um grande problema para a suinocultura. O baixo peso ao nascer está associado a altas taxas de morbidade e mortalidade antes do desmame, bem como a pior desempenho ao longo das diversas fases do sistema de produção (Alvarenga et al., 2013). Dados recentes revelam que 15 a 25% dos leitões nascem com peso inferior a 1,1 kg, indicando que a hiperprolificidade aumenta a proporção de leitões leves ao nascer (Matheson et al., 2018). Esse aumento na variabilidade de peso ao nascer em uma leitegada se deve à capacidade uterina limitada, que corresponde

ao número de fetos totalmente formados levados a termo, em considerando-se leitegadas muito numerosas, sendo um dos principais determinantes da eficiência reprodutiva.

Há evidências de que a capacidade uterina pode afetar o crescimento pré-natal a partir do 30º dia de gestação, quando a competição entre embriões por espaço uterino, nutrientes e gases respiratórios se torna crítica. De fato, a associação entre o número de fetos e o crescimento fetal é inversa, ou seja, quanto maior o número de fetos compartilhando o mesmo ambiente uterino, menor o desenvolvimento fetal individual. Além disso, o fluxo sanguíneo uterino por feto diminui com o aumento do tamanho da leitegada. A capacidade uterina também determina a variação do peso fetal, que pode aumentar à medida que a gestação avança, levando a uma maior proporção de fetos menores (Matheson et al., 2018).

Implicações do baixo peso ao nascer na fertilidade de marrãs

Os pesos individuais ao nascer das marrãs também têm implicações importantes para a produtividade das porcas ao longo da vida. Em estudo recente, Cardoso et al. (2022) relataram que leitões acometidas por RIUC apresentaram maior número de folículos primordiais aos 100 dias de idade e menor número de folículos atrésicos aos 150 dias, além de ligeira redução no número de folículos maduros. Tais características poderiam comprometer o processo de ativação folicular devido ao maior número de folículos primordiais, além de afetar o processo de seleção folicular em função do menor número de folículos maduros e da redução do processo de atresia folicular, acarretando uma diminuição no tamanho do ovário. Tal fato sugere que essas fêmeas poderão demorar mais a ciclar, bem como poderão apresentar leitegadas menores devido ao pequeno número de folículos selecionados.

No estudo de Almeida et al. (2017a), relatou-se que o peso ao nascer apresentou correlação positiva com o peso corporal, que por sua vez apresentou correlação positiva com idade à puberdade e taxa de crescimento até a puberdade. Além disso, identificou-se uma redução no tamanho dos folículos maduros visíveis na superfície ovariana. Em outro estudo (Almeida et al., 2017b), demonstrou-se que além dos efeitos sobre o desempenho pós-natal, o peso ao nascimento afetou o comprimento vaginal e a dinâmica folicular, prejudicando o desempenho reprodutivo de marrãs de reposição. Entre os achados desse estudo, verificou-se que o comprimento da vagina e o índice gonadossomático (peso relativo do ovário) foram afetados pelo peso ao nascer. As fêmeas também apresentaram menor número de folículos de tamanho médio (3-5 mm), folículos pré-antrais e mais folículos atrésicos por área de córtex ovariano. Tais

achados sugerem comprometimentos severos do sistema reprodutor, dificultando o processo de fertilização. Além disso, a perda da qualidade folicular implica em uma perda da qualidade de corpo lúteo, de forma que a ascensão dos níveis plasmáticos de progesterona poderá ser mais lenta, promovendo maior perda embrionária (Costermans et al., 2020).

Magnabosco et al. (2016) avaliaram o desempenho reprodutivo ao longo de três parições de marrãs distribuídas em oito categorias de peso ao nascer entre 0,4 e 2,4 kg. Não foram observadas diferenças sobre idade à puberdade, mas as marrãs com os pesos mais baixos ao nascimento apresentaram as taxas de remoção mais elevadas devido ao anestro (22,9%) e as que pesavam menos de 1,3 kg produziram significativamente menos leitões ($\leq 4,5$).

Entendendo os fenótipos de baixo peso ao nascer

Patterson e Foxcroft (2019) introduziram o conceito de fenótipo de baixo peso ao nascer e propuseram que todos os leitões nascidos de leitegadas com esta característica teriam produtividade reduzida ao longo da vida, independente dos seus pesos individuais ao nascer. No entanto, um estudo subsequente não confirmou tal hipótese (Patterson et al., 2020). Os fenótipos de peso ao nascimento foram estimados a partir de três registros consecutivos de leitegadas: baixo ($< 1,18$ kg); médio ($\geq 1,18$ a $\leq 1,35$ kg); alto ($> 1,35$ kg). O fenótipo de peso ao nascer não influenciou a idade à puberdade ou taxa de parto ao longo de quatro partos. Tal parâmetro foi associado a tamanho de leitegada e taxa de retenção, mas de forma diferente ao esperado. Assim, as porcas de leitegadas com fenótipo de baixo peso apresentavam mais leitões nascidos vivos no segundo parto e permaneciam no plantel durante mais tempo, em comparação com as porcas de leitegadas com fenótipo de peso elevado ao nascimento.

Tanto o peso individual ao nascer como o fenótipo de peso ao nascer influenciaram as taxas de remoção desde o nascimento até os 165 dias de idade. As marrãs nascidas com peso inferior a 1,18 kg tiveram maior mortalidade pré-desmame independente do fenótipo de peso ao nascer. Em contrapartida, aos 165 dias de idade, as marrãs com fenótipo de peso elevado ao nascer e peso individual ao nascer de 0,9 e 1,1 kg tiveram menores taxas de remoção em comparação às fêmeas de mesma faixa de peso individual ao nascimento, mas oriundas de leitegadas de fenótipos de pesos médio e baixo.

A sobrevivência de fêmeas do nascimento até a puberdade é um componente importante de produtividade que muitas vezes é negligenciado. Enquanto o fenótipo de peso ao nascer da leitegada parece ser marginalmente preditivo do desempenho reprodutivo futuro a sua utilização para

reduzir perdas de potenciais fêmeas de reposição antes da puberdade, é de grande valia para aumentar a eficiência geral de produção de marrãs.

Associação entre fase pré-desmama e produtividade futura da marrã

O desenvolvimento do sistema genital tem início na vida intrauterina e continua ao longo do período neonatal, durante a lactação. Neste sentido, Vallet et al. (2016) identificaram relações positivas entre taxas de crescimento pré-desmame e a idade precoce da puberdade e entre o número de leitões desmamados e o número de folículos primordiais, primários e antrais. Estes parâmetros estão relacionados ao desenvolvimento ovariano, sendo a função ovariana aprimorada em marrãs desmamadas de leitegadas pequenas.

Cabe ressaltar que a ingestão de colostro talvez seja o evento neonatal mais crítico para os leitões recém-nascidos, devido aos seus efeitos na sua sobrevivência imediata e desenvolvimento subsequente. Bartol et al. (2008) foram os primeiros a propor a "hipótese lactócrina", que afirma que os compostos não nutricionais do leite desempenham papéis críticos na organização e subsequente desenvolvimento de elementos-chave dos órgãos reprodutores. A formação de glândulas endometriais, proliferação de células epiteliais de revestimento do lúmen uterino e concentrações de receptores de estrogênio foram consideravelmente reduzidos aos dois dias de idade em marrãs que receberam um substituto sintético do leite em comparação às que consumiram colostro após o nascimento. O retorno dessas marrãs à amamentação natural não foi capaz de reverter tais efeitos (Miller et al., 2013).

A uniformização de leitegada é uma prática comum que normaliza o número de leitões em cada porca para melhorar o seu crescimento e sobrevivência. Por outro lado, tal prática tem sido usada experimentalmente para testar tamanhos diferentes de leitegadas durante a lactação para estudar o efeito das características de crescimento antes do desmame sobre a produtividade ao longo da vida em marrãs (Flowers, 2022). O desenho experimental consistiu em estabelecer leitegadas de ≤ 7 ou ≥ 10 leitões no segundo dia de lactação e depois monitorar o desempenho reprodutivo subsequente. Para as marrãs, isto incluiu taxas de retenção, taxas de parto e número de leitões nascidos vivos ao longo de seis partos. As fêmeas desmamadas de leitegadas pequenas tiveram taxas de retenção mais elevadas (38% vs. 18%), taxas médias de parto (88,7% vs. 83,3%) e média de nascidos vivos ($11,0 \pm 0,1$ vs. $10,5 \pm 0,2$) maiores. Em conjunto, estas diferenças traduziram-se numa vantagem de oito leitões por fêmea coberta. Estes dados

de fertilidade foram baseados no número de marrãs entregues a granjas comerciais e inseminadas.

Conclusão

Em conjunto, os dados aqui apresentados revelam que o peso individual ao nascimento apresenta um efeito surpreendente sobre a capacidade reprodutiva de fêmeas, apresentando um papel mais significativo que o fenótipo do peso ao nascer da leitegada. Adicionalmente, o período pré-desmame representa uma fase crítica para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, enfatizando o consumo de colostro e o tamanho das leitegadas durante a lactação. Assim sendo, o peso ao nascer deve ser um critério para a seleção de fêmeas de reposição, bem como os cuidados com as fêmeas na maternidade são parâmetros cruciais para o bom desempenho futuro das marrãs.

Referências

- ALMEIDA, F. R. C. L. et al. Effects of birthweight on reproductive system development and onset of puberty in gilts. *Reprod Fertility and Development*, v.29, p. 254-261, 2017a.
- ALMEIDA, F. R. C. L. et al. Ovarian follicle development and genital tract characteristics in different birthweight gilts at 150 days of age. *Reproduction in Domestic Animals*, v.52, p.756-762, 2017b.
- ALVARENGA, A. L. N. et al. Intra-uterine growth retardation affects birthweight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. *Reproduction, Fertility and Development*, v.25, p. 387-395, 2013.
- BARTOLL, F. F. et al. Epigenetic programming of porcine endometrial function and the lactocrine hypothesis. *Reproduction in Domestic Animals*, v.43(Suppl 2), p.273-279.
- COSTERMANS, N. G. J. et al. Influence of the metabolic state during lactation on milk production in modern sows. *Animal*, v.14, p. 2543-2553, 2020.
- FLOWERS, W. L. Litter-of-origin traits and their association with lifetime productivity in sows and boars. *Molecular Reproduction and Development*, v., p.1-9, 2022.
- KOKETSU, Y.; IIDA, R. Farm data analysis for lifetime performance components of sows and their predictors in breeding herds. *Porcine Health Management*, v.6, p.1-12, 2020.
- MAGNABOSCO D. et al. Low birth weight affects lifetime productive performance and longevity of female swine. *Livestock Science*, v.184, p.119-125. 2016.
- MATHESON, S. M. et al. Genetic selection against intrauterine growth retardation in piglets: a problem at the piglet level with a solution at the sow level. *Genetics, Selection, Evolution*, v.50, p. 46-57, 2018.

MILLER, D. J. et al. Nursing for 48 hours from birth supports porcine uterine gland development and endometrial cell compartment-specific gene expression. *Biology of Reproduction*, v. 88, p.4-12. 2013.

PATTERSON, J. et al. Associations among individual gilt birth weight, litter birth weight phenotype, and the efficiency of replacement gilt production. *Journal of Animal Science*, v.98, p.1-13. 2020.

PATTERSON, J.; FOXCROFT, G. Gilt management for fertility and longevity. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 9, 434. 2019.

VALLET, J. L. et al Litter-of-origin trait effects on gilt development. *Journal of Animal Science*, v.94, p. 96-105, 2016.

High dietary levels of zinc oxide modulate the metabolism of trace minerals and may be detrimental to post-weaning piglets health and the environment

Danyel Bueno Dalto*
Jacques Matte
Jérôme Lapointe

Sherbrooke Research and Development Centre Sherbrooke, Canada

*Correspondence: danyel.buenodalto@agr.gc.ca

Introduction

Zinc oxide (ZnO) and CuSO_4 are commonly used in post-weaning pig diets as growth promoters and alternatives to antibiotics to prevent diarrhea (Williams et al., 2005). The NRC (2012) recommended 80-100 mg/kg of dietary zinc (Zn) and 5-6 mg/kg of copper (Cu) for 7-25 kg piglets whereas Rostagno et al. (2017) proposed 110-123 mg/kg of dietary Zn and 12-13 mg/kg of Cu for 4-30 kg piglets. However, in practice, the swine industry in most parts of the World uses levels up to 3000 mg/kg of Zn and 250-500 mg/kg of Cu during the first weeks post-weaning (Dalto et al., 2020; Yang et al., 2021; Faccin et al., 2023). The use of supranutritional levels of ZnO and CuSO_4 in post-weaning pigs diets has been challenged due to environmental issues (Jensen et al., 2016; Hansen et al., 2023) and concerns related to bacterial resistance to antibiotics and heavy metals (Pilote et al., 2019). This has led European countries to restrict the use of ZnO in swine diets in 2022 and Canada to propose maximum levels at 300 mg/kg Zn for all stages of pig development. In Brazil and in the United States, two major pork producers and exporters, no such directives exist to

regulate Zn and/or Cu levels in swine diets. In addition to those issues, Lapointe et al. (2022) have recently reported negative effects of supranutritional levels of ZnO and CuSO_4 on post-weaning piglets health. Piglets supplemented with 3000 and 130 mg/kg of diet of ZnO and CuSO_4 , respectively, had disturbed mitochondria energy synthesis, increased levels of cellular oxidative stress, and unbalanced antioxidant system. However, the limited knowledge on the consequences of high levels of dietary ZnO on the metabolism of trace minerals has hampered advances to replace this nutritional strategy without compromising piglets health.

Our laboratory has performed a series of studies to better understand the impact of dietary Zn levels on trace minerals metabolism. Initial studies of our laboratory (Matte et al., 2017) showed that Zn concentrations of 200 mg/kg impaired Cu (20 mg/kg) intestinal absorption and that serum and liver levels of Cu decreased (19.6 and 75.6%, respectively) two weeks post-weaning in piglets fed 130 mg/kg of Cu (Galiot et al., 2018), likely due to the post-weaning supranutritional levels of dietary ZnO. In fact, reduced Cu bioavailability was suspected to be related to high concentrations of dietary Zn in pigs (Hill et al., 1983). In a bioavailability study, Dalto et al. (2019) investigated the effects of dietary ratio between Zn and Cu on their post-intestinal availability and concluded

that, within nutritional levels, a Zn/Cu ratio of 15:1 optimized the absorption of these two trace minerals. To gain more insight about the interplay between their homeostatic mechanisms in different organs, Dalto et al. (2023a; 2023c) supplemented post-weaning piglets with Zn (as ZnO) at 100, 1000, 3000 mg/kg and Cu (as CuSO₄) at 130 mg/kg and reported that Zn provision at 3000 mg/kg was inadequately regulated by the organism with the potential induction of Cu and Fe deficiency under long-term supplementation during the post-weaning period. These results suggested that an optimal dietary ratio among these minerals is needed to improve their homeostasis, and this was confirmed by Dalto et al. (2023b) using different dietary Zn/Cu ratios (3000/130, 3000/6, 100/130, 100/6). In fact, after 21 days of supplementation with high Zn/Cu ratios, piglets liver Cu concentrations represented between 13-33 % of pre-treatment values (weaning) whereas lower dietary Zn/Cu ratios were shown to optimize Cu without compromising Zn metabolism. On the other hand, liver concentrations of Zn and Cu decreased with time in piglets supplemented with NRC (2012) levels of these trace minerals.

Although these trace minerals do not share major receptors in the intestinal brush border (Cousins and McMahon, 2000; Wang et al., 2011), they bind to at least one common class of major intracellular transporters (metallothioneins) that are sensitive to dietary Zn and Cu levels but with a greater affinity for Cu (Cousins, 1985). Therefore, high levels of dietary Zn will stimulate the trapping of Cu within enterocytes, being eventually excreted in manure with potential environment impacts, which will reduce the amount of Cu reaching the liver (body storage of Cu). As a consequence, liver concentrations will reduce with time which will be followed by a drop in serum concentrations as well. In the case of Fe, it appears that high dietary Zn levels induce a likely moderate inflammation reaction in the intestinal tissue, stimulating the synthesis of hepatic hepcidin, the major systemic Fe regulator. As a consequence of higher hepcidin levels, high levels of ferritin (Fe-binding metalloenzyme) are synthesized in intestinal cells and, as described for Cu and metallothioneins, will trap of Fe within enterocytes impairing the building-up of Fe reserves.

Conclusion

Dietary ZnO levels have a major contribution in modulating the metabolism of Zn, Cu, and Fe in post-weaning piglets. Systemic Zn levels are not effectively regulated with supplementation levels at 3000 mg of ZnO/kg of diet and, at long-term supplementation, may induce Cu deficiency and interfere with the building-up of Fe reserves. Therefore,

a low dietary Zn/Cu ratio is desirable to avoid compromising piglets' health and the environment. During the first weeks post-weaning, piglets Zn and Cu requirements appear not to be satisfied by 100 ppm of ZnO and 6 ppm of CuSO₄.

References

- COUSINS, R. J. Absorption, transport, and hepatic metabolism of copper and zinc: Special reference to metallothionein and ceruloplasmin. *Physiological Reviews*. v.65, p.238-309, 1985.
- COUSINS, R. J.; MCMAHON, R. J. Integrative aspects of zinc transporters. *Journal of Nutrition*. v.130(5S Suppl), p.1384S-1387S, 2000.
- DALTO, D. B.; SILVA, C. A. A survey of current levels of trace minerals and vitamins used in commercial diets by the Brazilian pork industry - a comparative study. *Translational Animal Science*. v.4, p.1-18, 2020.
- DALTO, D. B. et al. Impact of dietary zinc:copper ratio on the postprandial net portal appearance of these minerals in pigs. *Journal of animal Science*. v.97, p.3938-3946, 2019.
- DALTO, D.B. et al. Effects of dietary zinc oxide levels on the metabolism of zinc and copper in weaned pigs. *Journal of Animal Science*. v.101, p.skad055, 2023a.
- DALTO, D. B. et al. Effects of dietary zinc/copper ratios on the metabolism of zinc and copper in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* skad224, 2023b.
- DALTO, D. B. et al. Modulation of zinc, copper and iron transporters in weaned pigs fed different dietary zinc/copper ratios. *Journal of Animal Science*. in press, 2023c.
- FACCIN, J. E. G. et al. Industry survey of added vitamins and trace minerals in US swine diets. *Translational Animal Science*. v.7, p. txad035, 2023.
- GALIOT, L. et al. Effects of neonatal supplementation of copper and vitamins A and D on micronutrient status of piglets during lactation and after weaning. *Journal of Animal Science*. 96(Suppl. S3), p.339, 2018.
- HANSEN, S. V. et al. The relationship between zinc intake, dietary content, and fecal excretion in pigs. *Livestock Science*. v.271, p.105228, 2023.
- HILL, G. et al. A copper deficiency in neonatal pigs induced by a high zinc maternal diet. *Journal of Nutrition*. v.113, p.867-872, 1983.
- JENSEN, J. et al. National monitoring study in Denmark finds increased and critical levels of copper and zinc in arable soils fertilized with pig slurry. *Environmental Pollution*. v.214, p.334-340, 2016.
- LAPOINTE, J. et al. Feeding high levels of zinc oxide to post-weaned piglets perturbs mitochondrial energy production, antioxidant defences and copper metabolism. *Free Radical Biology and Medicine*. 192S1, p.141, 2022.

MATTE, J. J. et al. Intestinal fate of dietary zinc and copper: postprandial net fluxes of these trace elements in portal vein of pigs. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. v.44, p.65-70, 2017.

NRC. Nutrient requirements of swine. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2012.

PILOTE, J. et al. Quantification of airborne dust, endotoxins, human pathogens and antibiotic and metal resistance genes in Eastern Canadian swine confinement buildings. *Aerobiologia*. v.35, p.283-296, 2019.

ROSTAGNO, H. S. et al. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3rd ed. Viçosa, Brazil: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

WANG, Y. et al. Advances in the understanding of mammalian copper transporters. *Advances in Nutrition*. v.2, p.129-137, 2011.

WILLIAMS, S. S. et al. Effects of supplemental phytase and pharmacological concentrations of zinc on growth performance and tissue zinc concentrations of weanling pigs. *Journal of Animal Science*. v.83, p.386-392, 2005.

YANG, P. et al. The strategies for the supplementation of vitamins and trace minerals in pig production: surveying major producers in China. *Animal Bioscience*. v.34, p.1350-1364, 2021.

Nutrição de precisão e seus impactos na sustentabilidade da suinocultura

Luciano Hauschild*
Danilo Marçal
Alini Maria Veira

Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil

*Correspondência: luciano.hauschild@unesp.br

Introdução

As previsões indicam que em 2100 a população será de 11 bilhões de pessoas. Aproximadamente 90% da população irá viver em regiões menos desenvolvidas. Em associação ao crescimento da população, há também evidências de um crescimento da produção e consumo de carne de suínos (FAO, 2020). A produção de suínos tem permitido à população inúmeros benefícios como um alimento saudável e nutritivo, empregos e um ecossistema de serviços. Contudo, embora apresente esses benefícios, o aumento no número de animais afetará diretamente a sustentabilidade da produção devido ao aumento na área de terra, água e energia e o comprometimento do meio ambiente. Nesse sentido, a implementação de métodos sustentáveis que melhorem a eficiência alimentar dos animais são fundamentais para mitigar essas implicações negativas na produção de suínos.

O uso de tecnologias inovadoras como a nutrição animal de precisão pode ser uma ferramenta importante nesse processo. A tecnificação dos sistemas, contudo, não está ainda disponível para grande parte da cadeia da produção de suínos. Além disso, as genéticas modernas de suínos atualmente são geralmente submetidas algumas vezes a uma gama de condições subótimas de produção (clima, higiene das instalações, ambiente social, pressão sanitária e alimentos). Nesse contexto, essa palestra tem como objetivo demonstrar como a

nutrição de precisão pode contribuir nesse processo de sustentabilidade da produção de suínos. Para isso, em um primeiro momento será realizada uma abordagem relacionada à evolução dos principais componentes dentro da nutrição de suínos (potencial nutritivo dos ingredientes e exigência nutricional). Por fim, uma descrição dos conceitos e importância da nutrição de precisão na produção de suínos em países de clima tropical serão apresentados.

Potencial nutritivo dos ingredientes

Previamente à existência de estudos de digestibilidade, as dietas eram formuladas com base na composição nutricional total dos ingredientes. Os estudos de digestibilidade e metabolismo permitiram avanços importantes na determinação do potencial nutritivo dos ingredientes (Stein et al., 2007). O potencial nutritivo dos ingredientes em relação à energia passou a ser expresso da base total para digestível e, posteriormente, para metabolizável e líquida. A base líquida, por permitir representar a partição metabólica dos nutrientes, permite que o valor nutricional dos ingredientes possa ser expresso na mesma unidade das exigências dos animais (Noblet et al., 2022). As vantagens e desvantagens da forma de expressar o valor nutritivo dos ingredientes estão apresentadas em revisões bibliográficas sobre energia (Noblet et al., 2022) e aminoácidos (Stein et al., 2007). Esses avanços, na determinação do potencial nutritivo dos ingredientes tem contribuído significativamente na sustentabilidade da produção de suínos. Contudo, embora não seja um

sistema tão recente, a aplicação do sistema de energia líquida na formulação de dietas ainda apresenta entraves que precisam ser solucionados.

Exigências nutricionais

Atualmente as exigências nutricionais têm sido estimadas utilizando o método empírico ou fatorial. Modelos matemáticos que integram os dois métodos também têm sido utilizados. No método empírico, o nível ideal é estimado com base na resposta de uma população a diferentes ingestões de um nutriente. Além do nível correspondente à máxima resposta, por considerar a resposta marginal da população, esse método possibilita também estimar o ótimo econômico. O método fatorial, por permitir maior flexibilidade ao estimar exigências para diferentes condições e populações, tem sido o mais utilizado. Esse método considera aspectos fisiológicos e metabólicos nas exigências estimadas. Contudo, por estimar exigência para um único indivíduo (médio), esse método apresenta limitações ao estimar o nível ideal para uma população heterogênea. Nesse sentido, o desafio do uso do método fatorial tem sido identificar qual indivíduo representa o nível que permite maximizar a resposta de uma população heterogênea. Dessa forma, ambos os métodos apresentam limitações em relação a estimar o nível ótimo que permite otimizar às respostas de indivíduos como também da população (Hauschild et al., 2010). De qualquer forma, essas limitações não invalidam a aplicabilidade desses métodos em um contexto de produção. Contudo, em um contexto de sustentabilidade onde busca-se reduzir custo e impacto ambiental na produção de suínos, é importante refletir sobre possíveis alternativas a serem estudadas dentro desse processo.

Nutrição de precisão

A nutrição de precisão é um conceito agrícola que considera aspectos de variabilidade intra e interindivíduos (Wathes et al., 2008). Esta variabilidade resulta das diferenças entre os animais no que se refere à genética, idade e peso. Além dessa variação intrínseca ao animal, existe também a variação extrínseca. Essa variação refere-se a fatores externos que influenciam o desempenho dos animais e as exigências nutricionais. Cada animal reage de diferente maneira a esses efeitos, o que pode aumentar a variabilidade entre os animais (Wellock et al., 2004). A nutrição de precisão visa, portanto, considerar esses aspectos e vem ao encontro de estudos que demonstraram a importância de considerar a variabilidade intra e inter-individual na avaliação da resposta biológica e nos programas

nutricionais (Hauschild et al., 2010). Dependendo do contexto tecnológico, essa variabilidade pode ser integrada de diferentes formas: temporal (exigência estática ou dinâmica), por segregação em nível de população (sexo e peso) ou em indivíduos (exigência diária para cada animal). Reduções de custo alimentar (-1%) e impacto ambiental (-12% na excreção de N) foram observados ao considerar a variabilidade da exigência em lisina de forma dinâmica, comparada ao sistema convencional de alimentação por fases (Pomar et al., 2014). Alguns estudos também têm sinalizado possibilidades promissoras de redução de custo em sistema de alimentação com segregação por peso vivo (Aymerich et al., 2020).

Contudo os melhores benefícios têm sido observados quando integra-se a variabilidade diária e também entre indivíduos na determinação de exigências nutricionais. Esses sistemas de alimentação para indivíduos são uma abordagem essencial para melhorar a eficiência de utilização do N, P e outros nutrientes, diminuindo assim o custo com alimentação e a excreção desses elementos no meio ambiente (Andretta et al., 2017). Esses sistemas, por atenderem de forma mais precisa as exigências nutricionais dos animais, permitem também melhorar aspectos relacionados ao bem-estar e ambiente dos animais. Além da questão econômica no cenário brasileiro e de outras regiões de clima tropical, esse sistema pode ser potencialmente empregado como estratégia tecnológica e nutricional para mitigar efeitos do estresse por calor em suínos (Santos et al., 2017).

Conclusão

A nutrição de precisão é uma técnica que permite melhorias na eficiência alimentar dos animais, permitindo assim reduzir custo e impacto ambiental. Nesse contexto, a nutrição de precisão é uma tecnologia promissora para permitir a sustentabilidade da produção de suínos em um contexto de aumento da demanda de carne.

Referências

- AYMERICH, P. et al. Increasing dietary lysine impacts differently growth performance of growing pigs sorted by body weight. *Animals* 10:1032, 2020.
- FAO, L. Food and agriculture data 2020. [Link](#)
- HAUSCHILD, L. C. et al. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal* 4:714-723, 2010.
- NOBLET, J. et al. Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: A review. *Animal Nutrition* 8: 185-203, 2022.

POMAR, C. et al. The impact of daily multiphase feeding on animal performance, body composition, nitrogen and phosphorus excretions, and feed costs in growing-finishing pigs. *Animal* 8:704-713, 2014.

STEIN, H. H. et al. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. *Journal of Animal Science*. 85:172-180, 2007.

WATHES, C. M. et al. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Computers and Electronics in Agriculture* 64:2-10, 2008.

WELLOCK, I. J. et al. Modeling the effects of stressors on the performance of populations of pigs. *Journal of Animal Sciences* 82: 2442-2450, 2004.

Estratégia de alimentação em fases e crescimento compensatório em suínos

Mariana Boscato Menegat*

Holden Farms, Northfield, USA

*Correspondência: mariana@holdenfarms.com

Introdução

Ganho compensatório é um processo fisiológico no qual animais demonstram um período de crescimento acelerado após um período de crescimento restrito (Hornick et al., 2000). A restrição de crescimento é um requisito fundamental para desencadear ganho compensatório e é tipicamente induzida por uma limitação nutricional (O'Connell et al., 2006). As bases fisiológicas do ganho compensatório aludem à preservação da homeostase e à manutenção da composição corporal de acordo com a predisposição genética (Martínez-Ramírez et al., 2008, 2009).

Na suinocultura, o ganho compensatório tem sido alvo de interesse devido ao potencial de melhorar a eficiência da produção de suínos. Durante o período de ganho compensatório, os suínos têm melhor conversão alimentar e maior eficiência de utilização de aminoácidos e nitrogênio para deposição proteica (Fabian et al., 2004; Reynolds e O'Doherty, 2006). A principal aplicação do ganho compensatório na prática envolve a elaboração de estratégias de alimentação em fases durante o crescimento e terminação (Menegat et al., 2020a,b).

Tipos de ganho compensatório

O ganho compensatório pode ser completo ou incompleto. No ganho compensatório completo, os animais submetidos a um período de crescimento restrito têm uma taxa de crescimento acelerada que os

leva a atingir peso similar em idade similar aos animais que não foram submetidos a uma limitação nutricional. No ganho compensatório incompleto, os animais submetidos a um período de crescimento restrito têm uma taxa de crescimento acelerada comparado aos animais que não tiveram limitação nutricional, porém a magnitude da aceleração de crescimento não é o suficiente para atingir peso similar em idade similar (Skiba, 2005; Hector e Nakagawa, 2012).

Os suínos demonstram ter a capacidade de exibir ganho compensatório completo ou incompleto. Em uma revisão de literatura (Menegat et al., 2020a), o crescimento de suínos de terminação submetidos inicialmente a um período de limitação nutricional ("período de restrição") e subsequentemente a um período de nutrição adequada ("período de recuperação") foi comparado ao crescimento de suínos que não tiveram limitação nutricional. Os resultados demonstram que, em diversas comparações, os suínos submetidos inicialmente a uma limitação nutricional tiveram melhor ganho de peso no período de recuperação do que os suínos que não tiveram limitação nutricional, configurando o ganho compensatório. Em algumas comparações, o aumento no ganho de peso resultou em peso final similar e em outras comparações em peso final inferior, sugerindo ganho compensatório completo e incompleto, respectivamente. No entanto, em algumas comparações, os suínos não apresentaram nenhuma característica de ganho compensatório.

As condições que levam ao ganho compensatório completo, incompleto, ou à ausência de ganho compensatório não estão completamente elucidadas. No entanto existem características fundamentais que

agrupam suínos em um tipo de ganho compensatório e fatores que determinam o potencial de desencadear um tipo específico de ganho compensatório.

Fatores determinantes de ganho compensatório

Os principais fatores determinantes de ganho compensatório são: genótipo, estágio de crescimento durante a restrição, método de limitação nutricional e padrões de restrição e recuperação (Wilson e Osbourn, 1960). Esses fatores atuam individual e conjuntamente para determinar a ocorrência e tipo de ganho compensatório.

O genótipo determina o potencial máximo de deposição de proteína (Pdmax) e a composição de lipídio e proteína corporal, sendo estes os principais componentes genéticos envolvidos nos mecanismos de ganho compensatório (Skiba, 2005; Martínez-Ramírez e de Lange, 2007). Dessa forma, o ganho compensatório pode ocorrer em diversas linhagens genéticas contemporâneas ou antepassadas, assim como em fêmeas, machos inteiros ou machos castrados, mas a resposta será variável dependendo do potencial genético de cada linhagem e sexo (Martínez-Ramírez e de Lange, 2007; Ruiz-Ascacibar et al., 2019). Em geral, genótipos de maturação tardia e com alto potencial de deposição de tecido magro têm maior propensão ao ganho compensatório (Martínez-Ramírez et al., 2008; 2009).

O estágio de crescimento durante a restrição determina a capacidade dos suínos expressarem ganho compensatório. Na curva de crescimento dos suínos, o estágio inicial é a fase dependente de energia, na qual a taxa de crescimento e a deposição proteica são influenciados pelo consumo. Após atingir a maturidade e o Pdmax, o estágio subsequente é a fase dependente de proteína, na qual a taxa de crescimento e a deposição proteica são influenciadas majoritariamente pelo potencial genético (Campbell e Taverner, 1988; Schinckel e de Lange, 1996). Dessa forma, o ganho compensatório ocorre essencialmente quando a limitação nutricional é imposta no estágio inicial de crescimento, antes de atingir a maturidade e o Pdmax (Martínez-Ramírez et al., 2008; 2009).

O método de limitação nutricional pode ser via formulação da dieta ou restrição do consumo de ração. Apesar de ambos terem o potencial de desencadear ganho compensatório, cada método de limitação nutricional gera uma resposta distinta de ganho compensatório em termos de composição corporal, peso das vísceras, consumo voluntário e conversão alimentar (Skiba, 2005; Martínez-Ramírez e de Lange, 2007). A limitação nutricional via formulação da dieta é imposta através da redução dos níveis de lisina, aminoácidos, e/ou proteína bruta, mas a ração é fornecida *ad libitum*. Durante o período de restrição, os suínos aumentarão a taxa de deposição lipídica em relação à proteica devido aos baixos níveis de

aminoácidos. Durante o período de recuperação, portanto, o ganho compensatório é caracterizado por melhorias na conversão alimentar e deposição proteica na carcaça (De Greef et al., 1992; Chiba et al., 2002; Fabian et al., 2002; Martínez-Ramírez et al., 2008; 2009). Por outro lado, na limitação via restrição do consumo de ração, as dietas são formuladas com níveis adequados de nutrientes, mas a ração é oferecida em quantidades limitadas, induzindo uma restrição de consumo de todos os nutrientes e energia. Durante o período de restrição, os suínos aumentam a taxa de deposição proteica em relação à lipídica devido aos baixos níveis de energia. Portanto, durante o período de recuperação, o ganho compensatório é caracterizado pelo aumento no consumo voluntário de ração, deposição lipídica na carcaça, peso de vísceras como fígado, rins, e repleção do trato gastrointestinal (Bikker et al., 1996a,b; Lovatto et al., 2006; Heyer e Lebret, 2007; Chaosap et al., 2011). Dietas com alta inclusão de ingredientes fibrosos podem desencadear mecanismos semelhantes de ganho compensatório devido ao impacto no consumo voluntário de ração, baixa taxa de deposição lipídica:proteica, alto peso de vísceras e repleção do trato gastrointestinal (Pond e Mersmann, 1990; Raj et al., 2005; Skiba et al., 2006a,b). Em geral, a limitação nutricional via formulação da dieta é o método com maior potencial de aplicabilidade e retorno econômico devido à melhoria de conversão alimentar e ganhos de carcaça associados ao ganho compensatório.

Os padrões de restrição e recuperação se referem à nutrição e à duração dos períodos de restrição e recuperação. As interações são vastas e complexas, mas alguns padrões que determinam a ocorrência e o tipo de ganho compensatório foram recentemente caracterizados (Menegat et al., 2020a). O ganho compensatório tende a ocorrer se os padrões incluem: 10-30% de limitação nutricional em lisina, aminoácidos e/ou proteína bruta no período de restrição; um período curto de restrição e longo de recuperação (máximo 40-45% em restrição e mínimo de 55-60% em recuperação); e níveis de lisina atendendo às ou acima das exigências. Em síntese, se a restrição é demasiadamente curta ou moderada, o impacto no crescimento não será suficiente para desencadear o ganho compensatório. No entanto, se a restrição é muito severa ou longa e a recuperação é curta ou nutricionalmente inadequada, o impacto no crescimento pode ser permanente de modo a impedir o ganho compensatório.

Aplicação de ganho compensatório através da alimentação em fases

Estratégias de alimentação em fases têm sido amplamente utilizadas como uma forma prática de atingir as exigências nutricionais dos suínos (Han et al., 2000). As

fases são formuladas como degraus ao longo da curva de exigência dos suínos: conforme o peso corporal e o consumo alimentar aumentam, a concentração de nutrientes nas dietas diminui em cada fase. A simplificação das estratégias de alimentação em fases através da utilização de um menor número de fases tem sido promissora. Diversos estudos demonstram que programas nutricionais com redução no número de fases de 4 ou 5 fases para 3, 2 ou 1 fase durante a terminação mantiveram o mesmo desempenho de crescimento, peso de abate e características de carcaça (Moore et al., 2012; Hong et al., 2016; Presto Åkerfeldt et al., 2019; Menegat et al., 2020b). Em termos de logística, a simplificação das fases melhora a eficiência da fábrica de ração, principalmente em dietas peletizadas, e reduz a chance de erros de produção e entrega de ração (Moore et al., 2012). Além disso, a simplificação das fases permite explorar o ganho compensatório na prática de modo a reduzir os custos com formulação das dietas e otimizar a conversão alimentar.

Estratégias de alimentação com menor número de fases contém fases mais longas que fornecem nutrientes abaixo das exigências no período inicial e acima das exigências no período final de cada fase. Dessa forma, o início das fases serve como um período de restrição e o final das fases como um período de recuperação, com potencial de desencadear o ganho compensatório. De fato, o ganho compensatório parece ser um componente essencial para o sucesso da simplificação das estratégias de alimentação em fases (O'Connell et al., 2005; Garry et al., 2007). Uma série de experimentos de larga escala conduzidos em condições de campo (Menegat et al., 2020b) demonstrou que é viável simplificar o número de fases de 4 para 3 ou 2 e explorar o ganho compensatório sem comprometer o desempenho na terminação e a qualidade de carcaça.

Os principais pontos a considerar no desenvolvimento das estratégias de alimentação são: número de fases, duração das fases, níveis de lisina, estimativa de peso inicial e consumo alimentar (Menegat et al., 2020b). O uso de estratégias de alimentação em múltiplas fases apresenta vantagens em comparação ao uso de uma única fase na terminação, porém o desempenho é semelhante com 2, 3 ou 4 fases. A duração das fases deve ser maior na fase de crescimento, pois o ganho compensatório se desenvolve nas fases mais longas e na fase dependente de energia, que configura o início da curva de crescimento dos suínos. Os níveis de lisina devem estar próximos às exigências do peso médio de cada fase para permitir o ganho compensatório via conversão alimentar e deposição proteica. A estimativa de peso inicial e consumo alimentar é importante para determinar os níveis de lisina em cada fase. Se superestimados, a restrição de lisina será muito severa no

início da fase e a subsequente recuperação será insuficiente para desencadear o ganho compensatório.

Em condições de campo, também devem ser considerados fatores adicionais que possam influenciar o crescimento e, conseqüentemente, o ganho compensatório. Entre esses, podem ser citados: variabilidade de peso, densidade de alojamento, número de suínos por comedouro, disponibilidade de água, condições ambientais e desafios sanitários.

Conclusão

O ganho compensatório apresenta potencial de melhorar a eficiência da produção de suínos através da utilização de estratégias simplificadas de alimentação em fases durante o crescimento e terminação. O ganho compensatório, porém, é um mecanismo complexo e os fatores determinantes para o ganho compensatório devem ser considerados na elaboração de estratégias de alimentação em fases.

Referências

- BIKKER, P. et al. Performance and body composition of finishing gilts (45 to 85 kilograms) as affected by energy intake and nutrition in earlier life: II. Protein and lipid accretion in body components. *J. Anim. Sci.* 74:817-826, 1996a.
- BIKKER, P. et al. Performance and body composition of finishing gilts (45 to 85 kilograms) as affected by energy intake and nutrition in earlier life: I. Growth of the body and body components. *J. Anim. Sci.* 74:806-816, 1996b.
- CAMPBELL, R. G. et al. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 66:676-686, 1988.
- CHAOSAP, C. et al. Effect of compensatory growth on performance, carcass composition and plasma IGF-1 in grower finisher pigs. *Animal* 5:749-756, 2011.
- CHIBA, L. et al. Effect of dietary restrictions on growth performance and carcass quality of pigs selected for lean growth efficiency. *Livest. Prod. Sci.* 74:93-102, 2002.
- DE GREEF, K. et al. Performance and body composition of fattening pigs of two strains during protein deficiency and subsequent realimentation. *Livest. Prod. Sci.* 30:141-153, 1992.
- FABIAN, J. et al. Degree of amino acid restriction during the grower phase and compensatory growth in pigs selected for lean growth efficiency. *J. Anim. Sci.* 80:2610-2618, 2002.
- FABIAN, J. et al. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 82:2579-2587, 2004.

- GARRY, B. P. et al. The effect of phase-feeding on growth performance, carcass characteristics and nitrogen balance of growing and finishing pigs. *Irish J. Agr. Food. Res.* 46:93-104, 2007.
- HAN, I. K. et al. Application of phase feeding in swine production. *J. Appl. Anim. Res.* 17:27-56, 2000.
- HECTOR, K. L. and S. Nakagawa. Quantitative analysis of compensatory and catch-up growth in diverse taxa. *J. Anim. Ecol.* 81:583-593, 2012.
- HEYER, A.; LEBRET, B. Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. *J. Anim. Sci.* 85:769-778, 2007.
- HONG, J. S. et al. Effect of dietary energy levels and phase feeding by protein levels on growth performance, blood profiles and carcass characteristics in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci. Technol.* 58:37-47, 2016.
- HORNICK, J. L. et al. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domest. Anim. Endocrin.* 19:121-132, 2000.
- LOVATTO, P. A. et al. Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 84:3329-3336, 2006.
- MARTÍNEZ-RAMÍREZ, H. R. et al. Compensatory growth in pigs. In: P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, editors. *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK. p. 329-353, 2007.
- MARTÍNEZ-RAMÍREZ, H. R. et al. Dynamics of body protein deposition and changes in body composition following sudden changes in amino acid intake: II. Entire males. *J. Anim. Sci.* 86:2168-2179, 2008.
- MARTÍNEZ-RAMÍREZ, H. R. et al. Nutrition-induced differences in body composition, compensatory growth and endocrine status in growing pigs. *Animal* 3:228-236, 2009.
- MENEGAT, M. B. et al. A review of compensatory growth following lysine restriction in grow-finish pigs. *Transl. Anim. Sci.* 4:1-15, 2020a.
- MENEGAT, M. B. et al. Phase-feeding strategies based on lysine specifications for grow-finish pigs. *J. Anim. Sci.* 98:1-12, 2020b.
- MOORE, K. L. et al. Blend-feeding or feeding a single diet to pigs has no impact on growth performance or carcass quality. *Anim. Prod. Sci.* 53:52-56, 2012.
- O'CONNELL, M. K. et al. A comparison between feeding a single diet or phase feeding a series of diets, with either the same or reduced crude protein content, to growing finishing pigs. *Anim. Sci.* 81:297-303, 2005.
- O'CONNELL, M. K. et al. The effect of dietary lysine restriction during the grower phase and subsequent dietary lysine concentration during the realimentation phase on the performance, carcass characteristics and nitrogen balance of growing-finishing pigs. *Livest. Sci.* 101:169-179, 2006.
- POND, W. G.; MERSMANN, H. J. Differential compensatory growth in swine following control of feed intake by a high alfalfa diet fed *ad libitum* or by limited feed. *J. Anim. Sci.* 68:352-362, 1990.
- PRESTO ÅKERFELDT, M. et al. Effects of reducing dietary content of crude protein and indispensable amino acids on performance and carcass traits of single-phase- and 2-phase-fed growing-finishing pigs. *Livest. Sci.* 224:96-101, 2019.
- RAJ, S. et al. Growth of the gastrointestinal tract of pigs during realimentation following a high-fibre diet. *J. Anim. Feed Sci.* 14:675-684, 2005.
- REYNOLDS, A. M.; O'DOHERTY, J. V. The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory growth, carcass composition and nitrogen utilisation in grower-finisher pigs. *Livest. Sci.* 104:112-120, 2006.
- RUIZ-ASCACIBAR, I. et al. Dietary CP and amino acid restriction has a different impact on the dynamics of protein, amino acid and fat deposition in entire male, castrated and female pigs. *Animal*. 13:74-82, 2019.
- SCHINCKEL, P.; DE LANGE, C. F. M.. Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. *J. Anim. Sci.* 74:2021-2036, 1996.
- SKIBA, G. Physiological aspects of compensatory growth in pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 14:191-203, 2005.
- SKIBA, G. et al. The compensatory response of pigs previously fed a diet with an increased fibre content. 1. Growth rate and voluntary feed intake. *J. Anim. Feed Sci.* 15:393-402, 2006a.
- SKIBA, G. et al. The compensatory response of pigs previously fed a diet with an increased fibre content. 2. Chemical and body components and composition of daily gain. *J. Anim. Feed Sci.* 15:403-415, 2006b.
- WILSON, P.; OSBOURN, D. Compensatory growth after under-nutrition in mammals and birds. *Biol. Rev.* 35:324-363, 1960.

How to reduce feed cost in swine production based on nutrient requirements

Melissa Izabel Hannas*
Joyce Barcellos
Nathana Rudio Furlani
Filipe Antônio Monteiro

Animal Science Department, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil

*Correspondence: melissa.hannas@ufv.br

Introduction

The production of pigs is a vital component of the meat industry, providing a valuable source of protein for human consumption. To ensure the optimal growth, health, and efficiency production, it is crucial to formulate animal diets that meet their specific nutritional requirements. The primary macronutrients that swine require are carbohydrates, proteins, and lipids, which serve as the building blocks for various physiological functions and are essential for overall process. However, swine feed cost is the largest expense in pork production and is heavily influenced by the prices of corn and soybean meal, which are the primary energy and protein sources (Langemeier, 2022). Therefore, strategies that optimize nutrient utilization, reduce feed costs, and improve feed efficiency to increase economic returns should be considered. To effectively evaluate nutritional strategies, it is necessary integrate the economic impact in different scenarios.

Meeting the nutritional needs of pigs while managing costs

The nutritional requirements of pigs are critical for their health, growth, and productivity. To meet these requirements, pigs need carbohydrates, proteins, fats, minerals, vitamins, and water. However, ensuring they receive the right balance of these macronutrients

requires careful consideration of factors such as genetic capacity, age, weight, growth rate, gender, sanitary conditions, environment, and more. Balancing these nutrients in the diet is essential to avoid deficiencies or excesses that could impact the health and productivity of the animals.

Therefore, managing the nutritional requirements of pigs is crucial for both the animals' well-being and the overall cost of production. By providing the right balance of nutrients, farmers can ensure healthy, productive pigs while reducing waste and keeping costs manageable.

Reducing feed costs in swine production requires a comprehensive approach that balances nutrition, management, and economic considerations. Some possible strategies to reduce swine production costs include using new sources of available ingredients, waste management, using precision feeding techniques, optimizing the formulation using precision feed formulation, linear and non-linear programs and models for growth, update of nutrient requirements, nutrient management, health management and grain processing. While these strategies may not directly reduce diet costs, they can increase profitability, or net income.

New or available ingredient: Choose for locally available, cost-effective ingredients without compromising nutrient quality. This involves evaluating alternative sources of protein and by-products that can replace more expensive traditional ingredients. For this, knowledge of nutrient composition and utilization is crucial (Zijlstra and Beltrana, 2022). For instance, DDGS and DDG obtained from ethanol production plants in Brazil can replace more expensive traditional ingredients and reduce costs. Accurately determining the nutritional

values of pig feed can also help reduce costs and improve sustainability.

Reducing waste: Another strategy includes reducing waste by using feeders and feeding systems that minimize spillage and overfeeding, and properly managing feeding equipment to ensure accurate dosing.

Nutrient management: To increase profitability in the face of rising feed costs, producers can utilize phase feeding control. The use of consumption curves in the finishing phase allows a significant improvement in feed conversion rate. Additionally, incorporating additives such as phytase enzymes can improve nutrient digestibility and reduce the need for inorganic phosphorus supplementation. The use of other enzymes like proteases and carbohydrases help to reduce feed costs, and the diet substrate need to be evaluated for a correct additive use. Formulating diets with available crystalline and digestible amino acids, phosphorus, and net energy concepts can also reduce feed costs and mitigate the release of polluting nutrients. Research by Pomar et al. (2021) shows that reducing crude protein in the diet by 8% can increase nitrogen utilization efficiency by 54% while costing 11% less than a control diet without crystalline amino acids.

Utilize precision feeding techniques: Precision feeding is the application of technologies and methods to adjust the feed with right balance composition to the individual needs of each pig. Implement technologies such as feeders and individual animal monitoring to tailor feed to each pig's specific needs, optimize growth, reduce overfeeding. As describe by Pomar et al. (2021) precision feeding is an effective approach to improve nutrient utilization efficiency, to reduce nutrient excretion and feed costs, and thus it is proposed to the swine industry as an essential tool to enhance sustainability and competitiveness.

Formulation optimization: Use advanced feed formulation software to precisely balance diets for each growth stage, minimizing excesses and deficiencies. Adjust nutrient levels based on real-time data or as close to actual performance data as possible and the possibility of split diets by gender and sex should be consider in the search for cost reduction as they allow a more precise in meeting of the nutritional requirements of animals.

Updating the nutritional requirements of pigs: It is essential to regularly update the nutritional requirements of pigs to ensure their optimal growth and performance. While a variety of references offer nutrient recommendations NRC (2012), Brazilian Tables for Poultry and Swine (Rostagno et al. 2017), PIC Nutrition and Feeding Guidelines (PIC, 2023), advancements in genetic technology mandate ongoing evaluation of animal growth curves, nutrient levels, and nutrition plans.

However, is crucial to evaluate mathematical models used to establish requirements and consider economic analyses to ensure maximum returns on investment. According to a recent study by Gaffield et al. (2022), digestible lysine 15% higher than PIC's lysine recommendation improves growth performance, but economic responses are only maximized at or below 85% of the current recommendations. Therefore, the authors conclude that diets with lysine levels above 85% of the recommendation are not economically justified and should be avoided.

In recent research conducted in our lab (personal data) to evaluate optimal lysine levels for immunocastrated pigs from 100 to 140 kg, the results demonstrated that lysine levels at 100, 110, and 120% above recommended levels by Rostagno et al. (2017) promoted higher growth weight, feed efficiency, and larger lean carcasses, respectively. Nevertheless, feed cost/kg of gain and income over feed cost remain unchanged at either 80% or 100% of the Brazilian tables' recommended levels. However, this scenario is not set in stone and may vary based on fluctuations in pork meat prices and feed costs. Emphasizing the importance of include dynamic models in decision- making related to the implantation of nutritional requirements.

In conclusion, to effectively support the genetic potential growth of swine, it's crucial to balance meeting their nutrient requirements and nutritional strategies that integrate feed cost per gain, revenue, and income over feed cost for profitable and sustainable swine production.

References

- GAFFIELD, K. N. et al. Effects of feeding increasing standardized ileal digestible lysine on growth performance of 26- to 300-lb PIC Line 800-Sired Pigs. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 2022. [Link](#)
- LANGEMEIER, M. Prospects for swine feed costs in 2023. Prospects for Swine Feed Costs in 2023. [Link](#)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of swine: eleventh revised edition. Washington: The National Academies Press, 2012. [Link](#)
- PIC Nutrition and Feeding Guidelines. 2023. [Link](#)
- POMAR, C. et al. Feeding strategies to reduce nutrient losses and improve the sustainability of growing pigs. *Frontiers Veterinary Science*. 28;8:742220,2021.
- Rostagno, H. S. et al. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.
- ZIJLSTRA, R.; BELTRANA, E. Feeding coproducts to pigs to reduce feed cost and reach sustainable food production, *Animal Frontiers*, v. 12, Issue 6, p.18-22, 2022.

How to optimize the immune system to mitigate the occurrence of diseases?

Eduardo R. Cobo*

Faculty of Veterinary Medicine, University of Calgary, Calgary, Canada

*Correspondence: ecobo@ucalgary.ca

Introduction

The porcine gastrointestinal mucosa functions as the interface between host and the environment, absorbing nutrients and water while preventing the entry of pathogens and commensal flora. A main mechanism of defense is the mucus barrier, the first protective line composed of mucin glycoproteins secreted by goblet cells (Kim and Ho, 2010). This gut barrier is compromised during diarrhea and enterocolitis, allowing invading pathogens to colonize the intestines and trigger inflammatory responses that attempt to clear the pathogen while cause damage.

The critical role of gut immunity is manifested during post-weaning diarrhea in pigs (Rhouma et al., 2017; Eriksen et al., 2021). Weaning is inherently challenging in swine production because piglets experience diarrhea, sudden death, or impaired growth (Su et al., 2022). Numerous stressors and infections (e.g., *Escherichia coli*) cause or aggravate post-weaning diarrhea. These multivariable factors result in the "leaky gut syndrome" in which invasion of intestinal bacteria/toxins and infiltration of leukocytes (white cells) trigger both sepsis and the release of tissue-damaging inflammatory factors, including proteases (Eriksen et al., 2021). Current treatments with nonsteroidal anti-inflammatories and conventional antibiotics are partially effective, and the use of antibiotics is questionable due to the generation of acquired antimicrobial-resistant bacteria. The use of

antibiotics is also restricted in many meat markets. Our research aims to determine the intrinsic functions of the pig gut innate immunity during diarrhea to generate and test non-antibiotic therapeutics to control infectious diseases in the pork industry.

Swine dysentery as a model for diarrhetic infectious colitis

We investigate swine dysentery (SD), a intestinal disease caused by *Brachyspira hyodysenteriae* that causes bloody diarrhea and weight loss with high mortality in grower-finisher pigs (Wilberts et al., 2014; Sato et al., 2022; Parra-Aguirre et al., 2023). SD is highly prevalent in intensive pork production systems and antibiotic treatments are discouraged, due to increasing acquired antimicrobial resistance (Kulathunga et al., 2023). We investigate the colonic innate defenses and microbiome factors in *B. hyodysenteriae*-infected pigs that determine clinical presentation of hemorrhagic diarrhea. Our research showed that *B. hyodysenteriae* infection caused hemorrhagic colitis with abundant neutrophil infiltration in the colonic lamina propria and lumen, along some macrophage infiltration (Fodor et al., 2022). Mucus hypersecretion with abundant sialylated mucus in the colon, as well as mucosal colonization by [*Acetivibrio*] *ethanolgignens*, *Lachnospiraceae*, and *Campylobacter* were pathognomonic of *B. hyodysenteriae* infection (Fodor et al., 2022). These findings demonstrate that *B. hyodysenteriae* produces clinical disease through multiple effects on host defenses and microbiota, including alterations of the mucin barrier in the gut.

Immunomodulatory therapies to mitigate post weaning colitis

In search for novel therapies for controlling post weaning diarrhea, we study cathelicidin peptides, produced by epithelial cells and neutrophils (Blyth et al., 2020). Cathelicidins are microbicidal compounds capable of modulating innate immune and inflammatory responses (Holani et al., 2016;2020;2022). The effects of exogenous cathelicidin on gut homeostasis in pigs have been barely explored but a cathelicidin derived from snake alleviated non-specific post weaning diarrhea (Yi et al., 2016). To continue this research, we administered the murine cathelicidin (CRAMP) systemically to healthy pigs, to establish the peptide's safety and assess its ability to modulate colonic mucosal defenses (Fodor et al., 2022). A single intraperitoneal dose of CRAMP was well tolerated up to two weeks and pigs remained clinically healthy. Interestingly, CRAMP modified the mucus glycosylation patterns in the colon by increasing sialylated mucins and decreased neutrophil influx close to the epithelium (Fodor et al., 2022). We also identified two cathelicidin derivative peptides (Innate Defense Regulators, IDR-1018/1002 from Dr Hancock, UBC) that intensify porcine colonic epithelial responses to *B. hyodysenteriae*. Now, we investigate cathelicidins as immunomodulatory treatment for diarrheic colitis in pigs generating orally delivered synthetic nano-cathelicidins ("nanolDRs"). These peptides are formulated with nanoparticles that have high affinity for colonic mucus, creating an orally administered drug that delivers its cargo specifically to an inflamed colon. These nanolDRs are expected to promote a rapid but precise host response to clear infection, thus preventing inflammatory damage caused by pathogen persistence and re-establishing gut mucosal homeostasis.

Other aspect investigated by our group is the fact that intestinal-localized proteases trigger gut cell signaling and enterocolitis (Forucci et al., 2001; Cenac et al., 2005). Such intestinal protein-cleaving enzymes are crucial in the "leaky" gut syndrome. We are identifying the relevant proteases after intestinal infection and examining the clinical efficiency of non-antimicrobial metalloprotease inhibitors that can neutralize the enzyme actions. Targeting the type and abundance of host and bacterial proteases in the leaky-gut-syndrome and enzymes with selective inhibitors is expected to bring other substantial alternatives to antibiotics as treatments for diarrheas in pigs.

Probiotics have been marketed as regulators of the intestinal flora and immune system (Su et al., 2022). However, there is insufficient evidence of the effects of pre, pro, and post-biotics on intestinal defenses and diarrhea in swine. Thus, we are investigating the potential for swine-specific

probiotic organisms to improve gut health and resistance against pathogens by increasing the depth of the intestinal mucin layer. The efficacy of probiotics is being assessed for their capacity to either promote mucus layer thickening and/or induce production of mucin glycoproteins in the gut that increase shielding and discourage bacterial colonization. For this pigs are fed probiotics and challenged by two types of diarrhea: early weaning and exposure to *B. hyodysenteriae* after conventional weaning. The mechanism of action of probiotics and (postbiotic) metabolites on enhancing mucin secretion are further studied in porcine intestinal cells, intestinal organoid, and colitis murine models. Shifts on microbiome communities are considered to identify specific intestinal microbiota that either regulate mucin secretion or metabolize glycans key for bacterial colonization.

Multi-level testing platform for pigs "TP4P" to test gut health in swine

To strengthen and accelerate the development of novel and existing antibiotic-free therapeutics and gut health promoters in the pork industry, we have establish a multi-level testing platform for pigs (named "TP4P"). This pipeline is composed of in vitro studies in porcine intestinal cells and intestinal organoids, and in vivo studies with experimentally challenged pigs. TP4P aims to interact with the industry and other academic institutions to assess new and current control and treatment strategies consistently and comparatively against post-weaning diarrhea. Now, TP4P is testing the antidiarrheic effects of inhibitors of inflammatory proteases and natural livestock products such as bovine colostrum with immunomodulatory properties in the gut.

Conclusion

Diarrhea in grower-finisher pigs is a major threat to the swine industry because it affects pig growth and causes death when complicated. Understanding the pathogenesis of enterocolitis and innate immune defenses is a tangible way to develop antibiotic free and anti-inflammatory alternative therapeutics that can withstand gut health and mitigate losses due to diarrhea.

References

- BLYTH, G. A. D. et al. The network of colonic host defense peptides as an innate immune defense against enteropathogenic bacteria. *Frontiers in Immunology* 11, 965, 2020.
- CENAC, N., et al. Proteinase-activated receptor-1 is an anti-inflammatory signal for colitis mediated by a type 2 immune response. *Inflammatory Bowel Disease* 11, 792-798, 2005.

ERIKSEN, E. O. et al. Post-weaning diarrhea in pigs weaned without medicinal zinc: risk factors, pathogen dynamics, and association to growth rate. *Porcine Health Manag* 7, 54, 2021.

FIORUCCI, S., et al. Proteinase-activated receptor 2 is an anti-inflammatory signal for colonic lamina propria lymphocytes in a mouse model of colitis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98, 13936-13941, 2001.

FODOR, C. C. et al. Colonic innate immune defenses and microbiota alterations in acute swine dysentery. *Microb Pathog* 173, 105873, 2022.

FODOR, C. C. et al. Systemic murine cathelicidin CRAMP safely attenuated colonic neutrophil infiltration in pigs. *Vet Immunol Immunopathol* 249, 110443, 2022.

HOLANI, R. et al. Cathelicidins induce toll-interacting protein synthesis to prevent apoptosis in colonic epithelium. *J Innate Immun*, 1-18, 2022.

HOLANI, R. et al. Cathelicidin-mediated lipopolysaccharide signaling via intracellular TLR4 in colonic epithelial cells evokes CXCL8 production. *Gut Microbes* 12, 1785802, 2020.

HOLANI, R. et al. Proline-arginine rich (PR-39) cathelicidin: structure, expression and functional implication in intestinal health. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* (In press), 2016).

KIM, Y. S.; HO, S. B. Intestinal goblet cells and mucins in health and disease: recent insights and progress. *Curr Gastroenterol Rep* 12, 319-330, 2010.

KULATHUNGA, D. et al. Antimicrobial susceptibility of western Canadian *Brachyspira* isolates: Development and standardization of an agar dilution susceptibility test method. *PLoS One* 18, e0286594, 2023.

PARRA-AGUIRRE, J. C. et al. Improving the consistency of experimental swine dysentery inoculation strategies. *Vet Res* 54, 49, 2023.

RHOUMA, M. et al. Post weaning diarrhea in pigs: risk factors and non-colistin-based control strategies. *Acta Vet Scand* 59, 31, 2017.

SATO, J. P. H. et al. Diversity and potential genetic relationships amongst Brazilian *Brachyspira* hyodysenteriae isolates from cases of swine dysentery. *Vet Microbiol* 266, 109369 2022.

SU, W. et al. The role of probiotics in alleviating postweaning diarrhea in piglets from the perspective of intestinal barriers. *Front Cell Infect Microbiol* 12, 883107, 2022.

WILBERTS, B. L. et al. Comparison of lesion severity, distribution, and colonic mucin expression in pigs with acute swine dysentery following oral inoculation with "*Brachyspira hamptonii*" or *Brachyspira hyodysenteriae*. *Veterinary Pathology* 51, 1096-1108, 2014.

YI, H. et al. High therapeutic efficacy of Cathelicidin-WA against postweaning diarrhea via inhibiting inflammation and enhancing epithelial barrier in the intestine. *Sci Rep* 6, 25679, 2016.

Papel da nutrição na saúde intestinal dos suínos

Luiz Felipe Caron*

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

*Correspondência: lfcaron@ufpr.br

Introdução

Pode-se imaginar que a vacinação é o processo mais importante para resultar em imunidade de um rebanho suíno e, assim, chegar a um ideal. Esta percepção se dá pela especificidade deste processo, afinal quando se tem um alvo definido, a implementação de um programa vacinal é direcionada a este alvo e, assim assume-se, chega-se a imunidade de rebanho por este caminho.

Atualmente deve-se praticar uma visão mais aplicada ao manejo geral destes suínos para culminar com imunidade populacional e isto significa investimentos na qualidade nutricional, no manejo de melhoradores de desempenho, no uso de antibióticos para outros fins, na ambiência, qualidade de mão de obra, além de práticas de vacinação.

O tecido linfóide associado à mucosa (MALT) é um componente bem desenvolvido nos suínos. O componente intestinal deste tecido mucoso chama-se GALT (tecido linfóide associado ao intestino) e responde por aproximadamente 80% de todo o potencial imune do MALT, composto por uma complexa organização de órgãos primários e secundários. É por isto que além ou mais do que os protocolos de vacinação, os investimentos que possam garantir integridade intestinal, integridade do sistema respiratório e nutrição balanceada gerarão a imunidade adequada. Quanto maior o número de animais resistentes à infecção por diferentes motivos, menor será a transmissão lateral entre os contatos a partir da entrada do patógeno na granja e maior será a chance de que o mesmo seja controlado e até eliminado.

Outro fator importante é a microbiota destes indivíduos, onde muitas bactérias benéficas colonizam

os animais e o próprio ambiente, e até outras que, sob controle, não afetam a saúde e geram um ambiente competitivo para a instalação de micro-organismos patogênicos. O desenvolvimento funcional do intestino como órgão digestivo e absorptivo está intimamente relacionado ao desenvolvimento do mesmo como órgão imune. Naturalmente, como o intestino está relacionado ao acesso do alimento e este está interligado com seu próprio desenvolvimento, também não é surpresa observar que a privação do alimento afete a sua maturação.

A dinâmica do processamento antigênico no GALT segue uma sequência similar ao que ocorre via sistêmica, com diferenças no acesso original e amostragem do antígeno por enterócitos e células M principalmente. Após a entrada do patógeno, muitas alterações estruturais ocorrem no intestino, relacionadas à permeabilidade, infiltração celular, aumento das criptas, da produção de muco e enzimas, além das respostas específicas. Entre tantos fatores, a composição ótima da dieta, associada à microbiota intestinal, determina um resultado de altíssima sensibilidade quando o objetivo é balancear o custo imune e o desempenho. Em experimentos controlados, a constituição ótima da dieta, associada a bactérias intestinais, resulta em maior ganho de peso, comparados a animais SPF (livre de patógenos específicos), o que não se observa quando as condições da dieta e da microbiota não são as ideais.

Em relação à microbiota, nem sempre é simples buscar o ideal, pois este ainda demanda conhecimento mais do que níveis de exigência nutricional, o que é bem conhecido e ainda em evolução. Não se pode trabalhar num ponto de excesso, mas sim de balanço, que gerará o ponto de equilíbrio entre o que é inflamação a nível intestinal e o que é resposta adequada com o menor desgaste energético.

Muitos estudos revelam que animais em condições SPF tem uma demanda metabólica de energia 10-30% menor do que os convencionais. Esta condição não é a realidade prática, pois em termos de manejo o preferível é a presença de uma microbiota ideal nas primeiras semanas, o que determinará um sistema imune de alta qualidade para ao longo dos períodos produtivos culminar em maiores ganhos; e naturalmente, uma vez este sistema maduro, as condições de criação dentro de um ideal nutricional e de ambiente, com o menor nível de desafio para uma situação de regulação intestinal.

Conceitualmente, a melhor maneira de reagir contra as agressões no intestino será evitando a ligação do antígeno aos enterócitos. Isto pode ser alcançado por meio de agentes inespecíficos, como proteínas antimicrobianas, além do próprio muco, ou mais especificamente com a geração de anticorpos no lúmen intestinal. Na prática, os conceitos de nutrição aplicados à imunologia têm permitido compreender que, além da chamada nutrição de precisão, onde níveis muito específicos de nutrientes e discriminados em diferentes fases alteram positivamente o comportamento imune, bem como a composição dietética associada às fibras especialmente, determinam o balanço de ácidos graxos de cadeia curta. Este balanço de fibras é crucial para o equilíbrio da população bacteriana e, conseqüentemente, resposta ideal a desafios além do crescimento adequado.

Bem como níveis de aminoácidos e nucleotídeos específicos modulam respostas humorais (de anticorpos) ou celulares ao longo da vida, é condição clara de sucesso o investimento na gestação e lactação. Nestes momentos, situa-se a prevenção de muitos problemas e preparação para a resposta futura, com condições ideais de colostro e uma inflamação adequada associada ao momento de plasticidade pré-desmame. A prova disto é que na lactação o leite proporciona uma vantagem nutricional para os *Lactobacillus*. Do dia 7 ao 21, 95% das bactérias são estrictas anaeróbicas (Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobacteria). A abundância de Firmicutes (54,0%), Bacteroidetes (38,7%) e Proteobacteria (4,2%) muda para Bacteroidetes (59,6%), Firmicutes (35,8%) e Proteobacteria (1%) depois do desmame, indicando que os filos são os mesmos, variando apenas a abundância pré e pós-desmame.

É evidente que a modulação da microbiota intestinal é apenas uma das características que determinam as possibilidades atuais. Os aditivos nutricionais disponíveis atualmente, alternativos ou não, quando de forma robusta, incrementam os parâmetros produtivos e sanitários e focam, de um lado, como a microbiota intestinal pode afetar e alterar as células imunes, não apenas no GALT, e de outro lado, como estes aditivos podem fazer com que as células imunes afetem a microbiota. Ou seja, é uma engrenagem

muito sensível e nutricionalmente pode-se determinar componentes muito claros e práticos da produção, como desempenho, saúde, bem-estar, comportamento social, aspectos reprodutivos, entre outros.

Conclusão

O incremento no conhecimento da dinâmica envolvida na resposta imune da mucosa nos últimos anos tem permitido o desenvolvimento de medidas que, especialmente para os suínos, podem otimizar a produção, garantindo o equilíbrio sensível entre resposta imune e desempenho, dependente das interações envolvidas com o maior órgão do sistema imune, o INTESTINO.

Next generation biosecurity for animal agriculture: The swine industry model

Scott Dee*

Pipestone Veterinary Services, Pipestone, USA

*Correspondence: scott.dee@pipestone.com

Introduction

As of this writing, an endemic viral disease known as porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) is annually costing the US domestic swine industry approximately \$663 M in production losses and increased costs (Holtkamp et al., 2013), with costs up to \$6 per pig following lateral introduction of PRRSV into local herds (G. Spronk DVM, Pipestone Veterinary Services, unpublished data 2022). Therefore, it is the duty of swine veterinarians, who spend some or all their time controlling, treating, preventing, or eradicating diseases of swine to work together to biosecure their local farmers from the effects of PRRSV through virus elimination and prevention of re-infection. To achieve this lofty goal, advanced approaches to biosecurity are required to achieve success; therefore, educating the veterinary profession on science-based biosecurity principles is needed to properly implement efficacious prevention strategies, at the level of the local herd.

In the late 1980s, biosecurity in the United States swine industry consisted primarily of the disinfection of footwear (rubber boots) and the changing of clothing (coveralls) between farms, with the occasional seed-stock producer having a shower-in entry protocol and a quarantine and testing program for incoming animals (G. Spronk DVM, Pipestone Veterinary Services, Pipestone, MN USA and S. Dee DVM MS PhD Swine Health Center Morris, MN USA, 1988-1989, personal experience). With the emergence of porcine reproduc-

tive and respiratory syndrome virus (PRRSV), many new routes of transmission were identified, including direct routes, i.e., infected genetic material (infected pigs and contaminated semen) and indirect routes, i.e., contaminated fomites, i.e., incoming farm supplies, boots, coveralls, and transport, virus-positive aerosols, and contaminated feed (Christopher-Hennings et al., 1995; Wills et al., 1997; Dee et al., 2002; 2004; 2009; 2021). Based on this information, the education and implementation of biosecurity took on greater importance, particularly at the level of the artificial insemination center and the breeding herd, due to their position in the pork production pyramid. As each route of transmission was identified, interventions were investigated, leading to the development of science-based biosecurity protocols, including the purchase of breeding stock and semen from a PRRSV-naïve source in combination with quarantine and testing, personnel shower-in procedures, decontamination of transport and incoming farm supplies, air filtration, and feed mitigation (Pitkin et al., 2011; Dee et al., 2004; 2005; 2010).

Elimination of PRRSV from an individual breed to wean site has been well-documented. Successful elimination of PRRSV from breeding populations was first described in 1997 using a technique known as Test and Removal (Dee and Molitor, 1998). Shortly thereafter, a more efficient, less invasive approach known as Herd Closure was developed and validated (Corzo, 2010). This procedure involves immunization of the breeding herd and on-site replacement gilts to eliminate subpopulations of naïve animals in the population through application of vaccines or live virus inoculation, and

preventing the continuous introduction of replacement gilts for an extended period of time, i.e., 250 days or more. The current industry gold standard, Herd Closure is widely applied and highly efficacious, with successful viral elimination documented at > 95 % (Pipestone Veterinary Services internal data). Now we must focus on preventing re-infection with an external variant of the virus. In Pipestone, we practice the concept known as Next Generation Biosecurity, defined as a comprehensive, science-based means to biosecure the breed to wean population, combining protocols designed to mitigate the direct and indirect routes of pathogen transmission (Havas et al., 2023). A next generation biosecurity plan consists of four levels and includes protocols to manage the direct routes of PRRSV transmission such as quarantine and testing of genetic material purchased from negative sources (level 1), followed by application of protocols targeting the indirect routes, first through the management of fomite-based risk (transport sanitation, personnel shower in and out and supply entry) (level 2), followed by management of aerosol risk through the use of air filtration (level 3), and finally management of the feed risk through the use of validated feed additives (level 4). The cumulative effect of all four levels has been validated through published studies across both experimental facilities and field-based breed to wean populations (Havas et al., 2023).

The challenge facing swine veterinarians is that in the industry today is the wide degree of variation regarding the level of application across farms. For example, while the majority of commercial breed to wean farms in the US have successfully completed level 1 and 2, not all have advanced to levels 3 and 4. Obviously, air filtration is difficult to apply in areas of warm climates and to naturally ventilated facilities. In addition, the risk of viral transmission via feed is a new area of science (Havas et al., 2023), not all farmers and swine veterinarians are aware of the information and/or are prepared to deal with this risk.

The next question is whether we can apply first generation biosecurity protocols to wean to market farms. Although this is the next logical step following the application of next generation biosecurity to the breed to wean farm, it is a path far less traveled, with historically little effort applied over time, therefore, the “first generation” concept. Typically, growing pig populations have been determined to be of low risk as they are depopulated regularly following the sale of market weight animals, and many wean to market farms have yet to apply known interventions to prevent pathogen transmission. However, since the ability of wean to market populations to become infected and transmit pathogens such as PRRSV, PEDV, and Influenza A virus of swine has been documented (Linhares et al., 2012; Corzo et al., 2013;

Kikuti et al., 2022), it makes sense to determine what can be done to reduce area spread and protect surrounding breed to wean and wean to market farms. At first glance, it seems that the primary risk factors from pathogen spread associated with wean to market population are contaminated transport, fomites (such as equipment used for power washing), personnel (boots and coveralls) (Otake et al., 2002), feed, and air, suggesting that we could begin applying what we already know. If this is the case, a first-generation biosecurity program could include the sanitation of transport vehicles following delivery to processing facilities (level 1), fomite-based interventions, such as stopping the movement of equipment between sites and the changing of boots and coveralls between sites (level 2), and the use of feed mitigants (level 3). Since we already understand how to mitigate these risks, it may be more productive to first educate, instill discipline, provide evidence of cost: benefit, and then seek new information, as needed.

Conclusion

To eliminate PRRSV from breed to wean farms, where do we begin? What can we do on the farm right now? I suggest to conduct a survey of your current customer base and organize farms according to PRRS status. Prioritize elimination efforts based on likelihood of success, evaluating farm location, current level of biosecurity, facility design, and economic benefit. Once organized, start the process of elimination using published, validated methods of herd closure and call on experienced colleagues for advice as needed. It is our experience that swine veterinarians are very willing to collaborate and help each other.

In conjunction with your PRRS-based survey, evaluate the current biosecurity practices of your breed to wean customers. At what level are they operating at? Do they have the direct routes managed properly with interventions in place? What about the mechanical risks? Can an aerosol and feed biosecurity plan be implemented? Are audits results reviewed and protocols improved? Again, seek advice from experienced colleagues as needed. We all need to work together. What about the wean to finish sites? As this is an emerging area, educational efforts will be important as new information comes forward. In the meantime, use the knowledge we already have and start discussions on implementing what we already know, such as washing market trucks and changing clothing and footwear between sites, stopping movement of equipment and begin to use composting for carcass disposal rather than using rendering trucks. This is very “common sense-based” decision making and the sooner we begin the educational process, the faster the adaptation across the industry.

References

- CHRISTOPHER-HENNINGS, J. et al. Persistence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in serum and semen of adult boars. *J Vet Diagn Invest.* 7(4):456-64, 1995.
- CORZO, C. et al. Airborne detection of swine influenza A virus in air samples collected inside, outside and downwind from swine barns. *PLOS One.* vol 8,8, e71444, 2013.
- CORZO, C. Control and elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus *Virus Res.* 154(1-2):185-92, 2010.
- DEE, S. A. et al. An assessment of transport vehicles as a source of porcine reproductive and respiratory syndrome virus transmission to susceptible pigs. *Can J Vet Res.* 68:124-133, 2004.
- DEE, S. et al. An evaluation of additives for mitigating the risk of virus-contaminated feed using an ice block challenge model. *Transbound Emerg Dis.* 2:833-845, 2021.
- DEE, S. A. et al. An evaluation of four intervention strategies to prevent mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Can J Vet Res.* 68:19-26, 2004.
- DEE, S. A. et al. An evaluation of the Thermo-Assisted Drying and Decontamination (TADD) system for the elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus from contaminated livestock transport vehicles. *Can J Vet Res.* 68:208-214, 2005.
- DEE, S. A., et al. Evidence of long-distance airborne spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Vet Res.* 40(4)39, 2009.
- DEE, S. A. et al. Mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus throughout a coordinated sequence of events during cold weather. *Can J Vet Res.* 66:232-239, 2002.
- DEE, S. A. et al. Use of a production region model to assess the efficacy of various air filtration systems for preventing the airborne transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*. Results of a 2-year study. *Virus Res.* 154:177-184, 2010.
- DEE, S. A.; MOLITOR, T. W. Elimination of PRRS virus using a test and removal process. *Vet Rec.* 143:474-476, 1998.
- HAVAS, K. et al. An assessment of enhanced biosecurity interventions and their impact on porcine reproductive and respiratory syndrome virus outbreaks within a managed group of farrow-to-wean farms, 2020-2021. *Frontiers in Veterinary Science*, 2023.
- HOLTKAMP, D. J. et al. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States pork producers. *J Swine Health Prod.* 21:72-84, 2013.
- KIKUTI, M. et al. Growing pig incidence rate, control and prevention of porcine epidemic diarrhea virus in a large pig production system in the United States. *Porc Health Mgmt.* 8:23, 2022.
- LINHARES, D. et al. Effect of modified live porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) vaccine on the shedding of wild-type virus from an endemically infected population of growing pigs. *Vaccine.* 30:407-413, 2012.
- OTAKE, S. et al. Transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by fomites (boots and coveralls). *Swine Health Prod.* 10(2):59-65, 2002.
- PITKIN, A. et al. A one-night downtime period prevents the spread of PRRSV and *Mycoplasma hyopneumoniae* by personnel and fomites (boots and coveralls). *J Swine Health Prod;* 19:345-348, 2011.
- WILLS, R. W. et al. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: a persistent infection. *Vet Microbiol.* 55(1-4):231-40, 1997.

Desafios da peste suína clássica e peste suína africana nos cenários nacional e mundial

Laura Lopes de Almeida^{1*}
Kleitton Adolfo Pan²
David Emílio S.N. de Barcellos³

¹ Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Animal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, Brasil

² Departamento de Defesa Animal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, Brasil

³ Setor de Suínos, Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

*Correspondência: almeida@agricultura.rs.gov.br

Introdução

Peste suína clássica (PSC) e peste suína africana (PSA) são duas diferentes doenças virais de grande impacto econômico, social e no bem-estar animal. Embora sejam causadas por agentes virais muito distintos, ambas causam síndrome hemorrágica aguda ou formas mais brandas. Tanto podem ser transmitidas por contato direto com suíno infectado, como por contato indireto, especialmente através da ingestão de carne e/ou embutidos suínos contaminados. As duas são enfermidades de notificação obrigatória na Organização Mundial de Saúde Animal e mesmo não sendo transmitidas para humanos, causam grande preocupação pelos prejuízos sanitários e pelas severas barreiras comerciais que acarretam. A seguir serão apresentadas as principais características da PSC e da PSA e os desafios mais relevantes.

Peste suína clássica

A PSC afeta suídeos domésticos e selvagens de todas as idades. Após um período de incubação curto,

de 3 a 5 dias, os animais apresentam apatia, perda de apetite, febre, hemorragias, linfopenia, conjuntivite e sinais nervosos que podem evoluir para a morte. A forma mais comum é a aguda e está associada a amostras de alta virulência. Amostras virais de média e baixa virulência estão mais associadas às formas crônicas ou subclínicas e podem ser confundidas com outras doenças reprodutivas ou nervosas. As lesões mais frequentes decorrem da infecção sistêmica e hemorrágica, sendo que as lesões mais características são hemorragias cutâneas, petéquias no rim, baço e bexiga, infartos no baço e pneumonia intersticial (Almeida et al., 2022). O agente etiológico é vírus peste suína clássica (VPSC), da espécie *Pestivirus C* e família Flaviviridae (Smith et al., 2017). A partícula infecciosa é simples, formada por envelope, capsídeo e genoma com RNA de fita simples. A glicoproteína E2, presente no envelope viral, é a principal proteína do agente, induz imunidade no hospedeiro e é usada para classificação das cepas e testes sorológicos. O vírus é sensível a detergente, calor e radiação solar, e permanece viável em baixas temperaturas e em produtos cárneos e derivados.

As primeiras descrições da PSC aconteceram em 1810, no Tennessee, Estados Unidos, e durante o século XIX a enfermidade espalhou-se pelo Meio-Oeste norte-americano. Em 1862 foi identificada na Inglaterra e encontrava-se disseminada nas criações de suínos em todo mundo na década de 1960 (Ganges et al., 2020). No Brasil, os primeiros registros aconteceram em 1896, em São Paulo, e progressivamente expandiu-se para o resto do país. As consequências da doença clínica nas

criações afetadas eram extremamente graves, resultando quase sempre na morte da maioria dos animais do plantel e em um quadro grave de definhamento e/ou refugagem dos sobreviventes. Isso mantinha focos ativos a partir dos sobreviventes, que acabavam sendo sacrificados por sua inviabilidade econômica. Esse quadro modificou-se com a introdução de vacinação dos plantéis. A vacina inicial era produzida a partir dos suínos virêmicos após inoculação com cepas virais virulentas. O sangue recolhido no pico febril dos animais era inativado com cristal violeta e a seguir era adicionado um adjuvante, hidróxido de alumínio. A vacina era eficiente, induzia imunidade e evitava mortes dos animais, mas apresentava como desvantagens depender de inoculação animal e alto risco de escape viral. Posteriormente, uma nova geração de vacinas, mais eficientes e com menor risco biológico, foram produzidas a partir do crescimento viral em cultivos celulares. Entretanto, como as vacinações eram iniciativas individuais dos criadores, novos surtos voltavam a aparecer nas regiões produtoras. A situação foi alterada a partir de 1992, com as ações coordenadas por serviço veterinário oficial, a partir da adoção de uma série de medidas de profilaxia, como vacinações organizadas por regiões, controle do trânsito de animais e vigilância baseada em diagnóstico (Almeida et al., 2022). Estas medidas foram exitosas e geraram uma drástica redução da infecção a campo. Presentemente, o Brasil possui uma zona livre de PSC, onde estão 82% dos rebanhos suínos comerciais, e uma zona não livre, com controle do trânsito de suínos e produtos de origem suína entre as zonas com diferentes status sanitários (MAPA, 2023). Recentemente, está sendo realizado um programa piloto de vacinação para PSC em uma das regiões ainda positivas para o agente no Brasil (Alagoas), com bons resultados.

A suspeita clínica da PSC necessita de confirmação laboratorial devido à ampla variedade de sinais clínicos encontrados nas diferentes formas de apresentação da enfermidade, bem como pelas consequências sanitárias decorrentes. A inspeção do rebanho, necropsia dos animais suspeitos, observação das lesões e achados histopatológicos direcionam ao diagnóstico (Ganges et al., 2020). A confirmação é realizada por testes moleculares para detecção do genoma viral pela RT-PCR em tempo real ou convencional, sequenciamento genômico ou isolamento viral. Nos testes para diagnóstico podem ser analisadas amostras de tecidos, soro ou secreções dos animais afetados. No Brasil, os materiais biológicos dos casos clínicos suspeitos de PSC são analisados no Laboratório Federal de Defesa Animal de Minas Gerais, do Ministério da Agricultura, obedecendo aos padrões internacionais de biocontenção e qualidade de ensaios. A sorologia

para PSC é amplamente usada para vigilância nos países produtores de suínos e existem vários testes de ELISA e imunocromatografia disponíveis. No Brasil, a monitoria e vigilância sorológica para PSC de suínos na zona livre é realizada em laboratórios públicos estaduais credenciados, ampliando, assim, a capacidade laboratorial instalada no país (MAPA, 2023).

O controle da PSC é baseado em biossegurança externa, visando impedir a entrada do vírus, e nas medidas de biossegurança interna necessárias para conter e erradicar eventual foco dentro das granjas o mais rápido possível. O início das medidas de contenção e o saneamento do foco reduzem o risco dos casos secundários e evitam o aumento da zona afetada. No Brasil, os principais desafios da PSC são manter a zona livre e avançar no controle e erradicação da enfermidade na zona não livre de PSC. Neste sentido, o programa piloto de vacinação para PSC em Alagoas tem proporcionado formação de recursos humanos em defesa sanitária e sensibilização da população. A crescente população de suínos asselvajados no mundo e no Brasil constituem outro grande desafio no controle da PSC. No Brasil, a colaboração dos agentes de manejo populacional de suínos asselvajados tem permitido avanços na vigilância ativa para PSC (MAPA, 2023). Entretanto a presença de suínos asselvajados próximos às criações gera preocupação, especialmente porque estes animais apresentam status sanitário desconhecido, significativa mobilidade espacial em regiões, contato com diferentes animais domésticos e silvestres, acesso às águas superficiais e plantações de grãos. Por isso, considera-se que deve ser necessário conter e tentar reduzir a presença de javalis no ambiente. Atualmente, a intensificação do comércio internacional e a grande mobilidade das pessoas entre regiões e países também representam risco à biossegurança dos rebanhos. Por isso, mais importância tem sido dada às campanhas de esclarecimento da população sobre cuidados com produtos importados, além da vistoria em portos e aeroportos das bagagens acompanhadas.

Peste suína africana

A PSA é uma doença hemorrágica grave, aguda e fatal, que afeta suídeos e não é transmitida para humanos. A forma aguda é a mais frequente, enquanto a crônica é mais branda, menos evidente e possivelmente está associada a cepas virais menos virulentas. Suídeos de todas as idades são suscetíveis ao agente e, após um período de incubação de 3 a 14 dias, apresentam inapetência, febre alta e hemorragias disseminadas, com rápida evolução para morte. Já na forma crônica ocorrem sinais clínicos e lesões mais difusas, como engrossamento das articulações, áreas

avermelhadas da pele que evoluem para lesões necróticas, edema de linfonodos e pneumonia necrótica com mineralização. O agente etiológico é o vírus da peste suína africana (VPSA), a única espécie viral conhecida da família Asfarviridae. A partícula infecciosa é formada por DNA de fita dupla, capsídeo e envelope. Atualmente são conhecidas mais de 50 proteínas virais funcionais e a principal delas, p72, é usada para identificação e classificação do agente (Freitas et al., 2022). Todavia ainda existem muitas lacunas no conhecimento do ciclo viral e da complexa patogenia da doença. Sabe-se que VPSA infecta suídeos domésticos e ferais de todas as idades e também multiplica-se muito bem em carrapatos moles, do gênero *Ornithodoros*, seus prováveis hospedeiros reservatórios (Chenais et al., 2019). Outra importante característica viral é sua notável resistência a agentes físicos e químicos. Sabe-se que o VPSA permanece infeccioso por longos períodos em produtos cárneos curados, refrigerados ou congelados, bem como em tecidos em decomposição nas carcaças (Freitas et al., 2022). A transmissão acontece por contato direto entre suídeos próximos entre si ou picadas de carrapatos moles infectados. Já a transmissão indireta envolve contato com tecidos, secreções ou excreções contaminadas. Dessa forma o agente pode ser transmitido mecanicamente por veículos, utensílios, roupas e calçados, restos de alimentação humana, palha de lavoura e ingredientes contaminados de ração animal (Chenais et al., 2019).

A primeira descrição da PSA aconteceu no Quênia, em 1921, quando suínos domésticos foram introduzidos no ambiente dos suídeos africanos, *warthogs*, *bush pigs* e *giant forest hogs*. No continente africano, o ciclo silvático da doença envolvia somente suídeos silvestres e carrapatos moles. A partir daí, os suínos domésticos, *Sus scrofa*, foram novos hospedeiros, provavelmente mais suscetíveis à infecção viral. Na década de 1950 a doença emergiu em suínos domésticos em Portugal, Espanha, Cuba e Brasil, tendo sido controlada e erradicada até 1990, com exceção da endemicidade que ocorreu na Sardenha. Uma nova fase da enfermidade teve início na Geórgia em 2007, com infecção de suínos por VPSA genótipo II. Progressivamente, a doença disseminou-se para os países limítrofes como Rússia (2010), Ucrânia (2012), Polônia (2014), e depois mais distantes como Bélgica (2018), China (2018), Vietnã (2019) e Índia (2020). Em 2019 e 2020, a PSA foi identificada em Timor-Leste e em Papua-Nova Guiné, na Ásia e na Oceania, respectivamente, e retornou ao continente americano em 2021, quando foi confirmada na República Dominicana e no Haiti (Zhang et al., 2023). Em janeiro de 2020, teria afetado 1.931.000 suínos por óbito ou sacrifício sanitário. O impacto sanitário da enfermidade causou declínio da produção global de carne suína e devastou parte da indústria suinícola mundial, despertando atenção da população, governos e

comunidade científica. Assim, no século XXI, PSA tornou-se uma das mais importantes doenças animais. Sua disseminação mundial foi favorecida por novas características epidemiológicas encontradas, como: clima frio, presença de javalis, alta densidade de criações de suínos de subsistência ou comerciais com baixa biossegurança, comércio de animais vivos, movimentações humanas e relações comerciais entre regiões e países (Boklund et al., 2020; Zhang et al., 2023).

Atualmente são conhecidos quatro ciclos epidemiológicos da PSA: (i) ciclo silvático, que envolve transmissão entre *warthog*, *bushpig* e carrapatos moles *Ornithodoros* spp.; (ii) ciclo carrapato-suíno, onde *Ornithodoros* spp. e suínos domésticos (*Sus scrofa*) infectam-se e são infectados; (iii) ciclo doméstico, em que suínos domésticos infectam-se com vírus presente nos produtos derivados como carne, sangue, gordura e ossos; (iiii) ciclo javali-ambiente, em que o ambiente contaminado desempenha importante papel na manutenção da doença em suínos e javalis presentes na região (Chenais et al., 2019).

Na entrada da PSA em zonas indenes, espera-se a ocorrência de surto de doença com alta mortalidade e apresentação de quadro clínico muito hemorrágico. As lesões da PSA são similares às da PSC. Hemorragias periféricas em linfonodos são mais graves na PSA, com hemorragia generalizada e adenomegalia. Outras diferenças podem ser observadas no baço, enquanto na PSC são encontrados infartos localizados principalmente nos bordos do órgão. Na PSA, o baço encontra-se escurecido, aumentado, infartado e friável. Como na PSC, a suspeita clínica da PSA necessita de confirmação diagnóstica e notificação compulsória (Freitas et al., 2022)

Quanto ao diagnóstico, testes moleculares como PCR em tempo real e convencional são considerados as técnicas de eleição porque identificam infecções recentes, apresentam alta sensibilidade e são parte de um painel para o diagnóstico diferencial de doenças hemorrágicas de suínos. Por sua vez, os testes sorológicos como ELISA são usados pela facilidade de execução, embora apresente a desvantagem de detectarem resposta humoral presente apenas em infecções suínas mais tardias. Já o sequenciamento genético desempenha importante papel na investigação da origem do foco.

O controle e a prevenção da PSA são baseados exclusivamente nas medidas higiênico-sanitárias. Como ainda não há vacina comercial disponível, o controle deve ser realizado pela eutanásia de todo o lote de animais afetados, usando métodos aceitáveis e com cuidados robustos de biossegurança para evitar a difusão da infecção. Lembrando que o risco de contaminação ambiental é alto devido à notável resistência do agente. É fundamental a implantação de programas de biossegurança para evitar

a entrada do agente no país ou região. Precisam ser observadas regras para importação de produtos de origem suína, controle em portos, aeroportos e postos alfandegários, vistoria de bagagens e produtos de origem suína e restos de comida, além de monitoria e redução das populações de suínos asselvajados. A investigação dos casos suspeitos de doenças hemorrágicas é altamente recomendável para descartar PSA (Boklund et al, 2020). Por fim, o desenvolvimento de vacinas avançou muito nos últimos anos e já existem vacinas recombinantes, de subunidade e de DNA em fase de desenvolvimento, mas ainda não existe nenhuma vacina capaz de induzir imunidade protetora contra PSA ou que apresente estabilidade biológica e biossegurança aceitável para sua utilização comercial (Zhang et al., 2023). Adicionalmente, deve-se sensibilizar as populações sobre o risco sanitário que javalis representam para animais e pessoas.

Conclusão

O principal desafio sanitário da PSC no cenário brasileiro continuará sendo evitar a entrada da enfermidade na zona livre do país, onde encontra-se a maioria das criações comerciais. Assim tão importante quanto a observação das medidas de biossegurança externa e interna das granjas, deve existir um grande esforço para reconhecer precocemente eventuais surtos de PSC nas áreas livres e manter nas criações comerciais das mesmas estrita biosseguridade. Adicionalmente, a presença de suínos asselvajados deve ser controlada e, se possível, evitada. O controle e erradicação da PSC na zona não livre depende de estruturação sustentável da cadeia produtiva local, voltada para segurança alimentar da população, e com a atuação efetiva da defesa sanitária animal.

O principal desafio da PSA no mundo é entender melhor a relação suíno-vírus. Além disso, deve-se coibir o comércio ilegal de suínos e produtos derivados, especialmente impedindo a entrada de animais e produtos cárneos oriundos de países positivos para o VPSA. Também deve ser contida a crescente população de suínos asselvajados e consolidar conceitos de biosseguridade. Deve-se, ainda, considerar que a ação humana tem grande impacto na saúde animal e ambiental. Ademais, seria fundamental conseguir desenvolver vacina protetora, segura e estável para PSA. Sua obtenção permitiria que a prevenção e controle da infecção passassem a um nível muito mais efetivo.

Finalmente é desafiador manter população, produtores, técnicos instruídos e comprometidos com a vigilância de importantes doenças erradicadas como PSC e PSA, bem como acontece com a febre aftosa.

Referências

- ALMEIDA, L. L. et al. Pestiviroses. In: Barcellos, D., Guedes, R.M.C.(org.). Doenças dos Suínos. 3 ed. Porto Alegre: Professor David Barcellos, 2022.
- BOKLUND, A. et al. Risk factors for African swine fever incursion in Romanian domestic farms during 2019. *Scientific Reports*. v.10, 10215, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Integrado de Vigilância de Doenças de Suínos, 2 ed. Brasília, MAPA, 2023.
- CHENAIS, E. et al. Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014–2018. *Porcine Health Management*. v.5, n.1, p.1-10, 2019.
- Freitas et al. Peste Suína Africana. In: Barcellos, D., Guedes, R.M.C. (org.). Doenças dos Suínos. 3 ed. Porto Alegre: Professor David Barcellos, 2022.
- GANGES, L. et al. Classical swine fever virus: the past, present and future. *Virus Reserch* v.289, 198151, 2020.
- SMITH, D. B. et al. Proposed revision to the taxonomy of the genus Pestivirus, family Flaviviridae. *Journal of General Virology*. v.98, p.2106-2112, 2017.
- ZHANG, H. et al. Vaccines for African swine fever: an update. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, p.1139494, 2023.

Polyserositis by early colonizers and the role of the upper respiratory tract microbiota

Virginia Aragón*

Unitat Mixta d'Investigació IRTA-UAB en Sanitat Animal; IRTA, Programa de Sanitat Animal. Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA); OIE Collaborating Centre for the Research and Control of Emerging and Re-Emerging Swine Diseases in Europe. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

*Correspondence: virginia.aragon@irta.cat

Introduction

The microbiota is defined as the community of living microorganisms found on a body site. The microbiota plays important roles for the host, including the maturation of the immune system and pathogen exclusion. The nasal microbiota is one of the first barriers for respiratory pathogens and those that start their infectious process in the nasal cavity, such as the early colonizers *Glaesserella parasuis* and *Streptococcus suis*. *G. parasuis* colonizes the nasal cavity of the piglets soon after birth, while *S. suis* preferentially colonizes the tonsils and its colonization starts during farrowing, when the piglets go through the birth canal (since *S. suis* can also be found in the vagina of the dams). Under some stressful circumstances, these two pathogens can invade systemically and cause a severe inflammation that is evidenced at necropsy as polyserositis lesions. Risk factors include farm management (pig density, temperature, mixing of piglets from different origins), immune status of the piglets and co-infections. This pathology is more common in postweaning piglets, when the maternal immune protection acquired from the colostrum is reduced to low levels. An additional pathogen that produces similar pathology is *Mycoplasma hyorhinis*, whose process of colonization is

not so clear. In all these cases, the upper respiratory tract microbiota has been shown to play a role in protection/predisposition to disease development (Correa-Fiz et al., 2016; Blanco-Fuertes et al., 2021; Fredriksen et al., 2022). Piglets weaned with a low diversity microbiota showed a predisposition to develop invasive disease later in life. A microbiota with low diversity was already associated with disease (diarrhea) in the gut, and we confirmed similar results for the respiratory microbiota. In addition to the diversity, the composition of the nasal microbiota was different depending on the health status of the piglets. At weaning, the nasal microbiota showed some taxa that were differentially abundant depending on the pathogen causing polyserositis after weaning. Thus, piglets from farms with cases of Glässer's disease had higher *Glaesserella* and *Moraxella*, while in the farms with *M. hyorhinis* cases *Enhydrobacter* and some strains of *Bergeyella* were more abundant. When we focus on *S. suis* disease, the tonsil microbiota of sick piglets showed a reduced *Rothia* abundance. In addition, one unclassified strain from the Pasteurellaceae family and one strain classified as *Actinobacillus indolicus*/minor showed the strongest pre-weaning association with the consequent disease development. On the other hand, the abundance of *S. suis* in the tonsil was not associated with predisposition to suffer invasive disease. Again, low diversity microbiota pre-weaning, in this case from the tonsils, was associated with predisposition to suffer invasive disease after weaning. In all cases, the possibility of using the abundance of the altered strains as markers for predisposition to suffer disease deserves further studies. Clearly, the clinical consequences would

be very different if the piglets are colonized by strains with low or high virulence. This has been demonstrated for *G. parasuis*, whose non-virulent strains can provide some degree of protection against disease, while the virulent strains pose a risk for disease development (Brockmeier et al., 2013). Studies at strain level will be extremely useful for further understanding the role of specific members of the microbiota.

The reduction in diversity of the microbiota can be produced by several factors, but one of the more important ones is the use of antibiotics. Antibiotics are very useful to control bacterial diseases, but their metaphylactic/prophylactic use can have detrimental effects on the microbiota. Antibiotics (especially when used intensively) are known to reduce bacterial diversity and cause dysbiosis, which consequently can result in a higher susceptibility for the piglets to develop new infections. We, and others, have shown that elimination of perinatal antibiotics can result in a more diverse microbiota and piglets with a better health status (Correa-Fiz et al., 2019). This improved status was demonstrated by lower mortality, medication cost and feed conversion ratio in the nursery, when no antibiotics were administered in the maternity (Correa-Fiz et al., 2019).

The sows are a main source of microbiota for their offspring as it was demonstrated when sow-piglet contact was restricted (Obregon-Gutierrez et al., 2021). When antibiotic treatment is used in sows to reduce pathogen transmission, it has been shown to have a negative impact on the piglet microbiota, since transmission of beneficial colonizers is also reduced (Blanco-Fuertes et al., 2023). Piglets born to treated sows did not recover a normal microbiota (similar to that found in piglets from non-treated sows) until at least 49 days of age.

The use of antibiotics early after birth can interfere not only with the microbiota establishment, but also with the maturation of the immune system of the piglets. In the case of *G. parasuis*, it was demonstrated that antibiotic treatment interferes with the immune response to the pathogen (Macedo et al., 2014), leaving the piglets unprotected against a later challenge in life. Vaccination should be used preferentially for control, but effective vaccines for swine bacterial infections are lacking. Additionally, the composition of the microbiota can have an impact on the response to vaccines, since it is involved in immune maturation. Recently, some alternatives have been explored, and interventions to stabilize the microbiota to prevent dysbiosis when an antibiotic treatment is necessary would be very useful to support the health of the animals and reduce antibiotic use.

Conclusion

Like the microbiota of other organs, the nasal (and tonsil) microbiota plays a role in the prevention of respiratory infections, including the polyserositis caused by the upper respiratory tract colonizers *G. parasuis*, *S. suis* and *M. hyorhinis*. Measures to guarantee a stable and healthy microbiota will contribute to the welfare and health of the piglets, and therefore the use of antibiotics in early life needs to be reconsidered, as it may not be an appropriate tool for control.

References

- BLANCO-FUERTE, M. et al. Altered Nasal Microbiota Composition Associated with Development of Polyserositis by *Mycoplasma hyorhinis*. *Pathogens*, v.10, p.603, 2021.
- BLANCO-FUERTE, M. et al. Ceftiofur treatment of sows results in long-term alterations in the nasal microbiota of the offspring that can be ameliorated by inoculation of nasal colonizers. *Animal Microbiome*, submitted. [Link](#)
- BROCKMEIER, S. et al. Virulence, transmission, and heterologous protection of four isolates of *Haemophilus parasuis*. *Clinical and vaccine immunology*, v.20, p.1466-1472, 2013.
- CORREA-FIZ, F. et al. Piglet nasal microbiota at weaning may influence the development of Glässer's disease during the rearing period. *BMC Genomics*, v.17, p.404, 2016.
- CORREA-FIZ, F. et al. Antimicrobial removal on piglets promotes health and higher bacterial diversity in the nasal microbiota. *Scientific Reports*, v.9, p.6545, 2019.
- FREDRIKSEN, S. et al. *Streptococcus suis* infection on European farms is associated with an altered tonsil microbiome and resistome. [Link](#)
- MACEDO, N. et al. Effect of enrofloxacin on *Haemophilus parasuis* infection, disease and immune response. *Veterinary Microbiology*, v.199, p.91-99, 2017.
- OBREGON-GUTIERREZ, P. et al. Sow contact is a major driver in the development of the nasal microbiota of piglets. *Pathogens*, v.10, p.697, 2021.

Methods to improve the immune response against *Mycoplasma hyopneumoniae* and reduce the clinical and productive impact of lung consolidations in swine

Luís Guilherme de Oliveira*
Karina Sonalio
Fernando Antônio Moreira Petri

São Paulo State University, School of Agricultural and Veterinary Sciences, Jaboticabal, Brazil

*Correspondence: luis.guilherme@unesp.br

Introduction

Currently, the strategies to control *Mycoplasma (M.) hyopneumoniae*, the causative agent of Porcine Enzootic Pneumonia (PEP), involve pathogen monitoring, biosecurity measures, antimicrobial treatment, and mainly, vaccination (Pieters and Maes 2019). *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination reduces clinical signs and lung lesions, but does not prevent the infection. Most of the vaccines available are inactivated and adjuvanted whole-cell compositions, which employ adjuvants like aluminum hydroxide, mineral oil, paraffin oil, Carbopol, and squalene (Maes et al., 2018; Maes et al., 2021). Additionally, recent studies involving several experimental vaccines in pigs offer promising insights. These studies highlight the significance of factors such as vaccine development, the types of antigens employed, the choice of adjuvant and/or carrier, and the route and frequency of vaccination in influencing diverse immune responses and the overall efficacy outcomes.

Vaccination against *M. hyopneumoniae*

In general, commercial vaccines are approved for single or double vaccination, and can be combined with other bacterins, such as *Glaesserella parasuis* or Porcine Circovirus type 2 (PCV-2). These vaccines induce mostly serum antibodies against *M. hyopneumoniae*, detectable 2-4 weeks after vaccination and persisting based on strategy (single or double). However, antibody concentration doesn't directly correlate with protection, prompting the consensus that systemic antibodies inadequately assess protective immunity (Djordjevic et al., 1997; Thacker et al. 1998).

Recent studies evaluating different experimental vaccines in mice, and especially in pigs, suggest that the construction, the type of antigens, the adjuvant and/or carrier, and the route and frequency of immunization could induce variable immune responses and efficacy (Maes et al., 2021). Most experimental vaccines (subunit and bacterin based) were used in combination with adjuvants such as aluminum hydroxide, Freund's adjuvant, bacterial toxin subunits (LTB), oil or polymer-based adjuvants, vectors, and a combination of different TLR ligands. In addition, vector vaccines were administered orally or intranasally, while most subunit

and bacterin vaccines were administered parenterally, through the intramuscular route, except for two other bacterins, which were provided orally (Table 1).

Regarding these experimental vaccines' efficacy, 81 % of the studies so far (13/16) showed a significant reduction of the lung lesions caused by *M. hyopneumoniae* upon challenge infection, and 40 % (2/5) of the studies showed a reduction of clinical signs (coughing), and 62 % (5/8) showed

a reduction of the *M. hyopneumoniae* load in the BAL fluid (Maes et al., 2021). Besides the results of two recent studies with a silica-based vaccine (given orally), previous studies showed that the efficacy of the experimental vaccines was lower than what was observed for the commercial ones, suggesting that immunity induced by the antigens selected for preparing those vaccines was likely not sufficient to improve protection (Maes et al., 2021).

Table 1 - Novel experimental vaccines against *M. hyopneumoniae* and tested in pigs

Inactivated vaccines					
Strain of Mhp	Adjuvant/Vector	Administration	Challenged	Response	Reference
F7.2C	5 Oil-in-water (O/W) emulsions	IM/ID	No	Th17 cells	Matthijs et al., 2019b
	O/W emulsion + Toll-like receptors 1/2, 7/8 and 9 ligands	IM		Decrease shedding and increase IgA	Matthijs et al., 2019a
232	Silica Nanostructured SBA-15	Oral	Yes	↑IgA, ↑IL-4	Mechler-Dreibi et al., 2021
				↓ bacterial shedding and inespecific APP production	Ferreira et al. 2023
		Yes	Protection under field conditions, boosting bacterin	Storino et al. 2023	
		IM	Yes	IgG and IgA, decreased shedding and clinical signs	(Petri et al., Unpublished data)
Subunit vaccines					
<i>Mhp</i> antigenic proteins P97R1, P46, P95 and P42	Adjuvanted subunit vaccine, or as an inactivated bacterin vectored by <i>E. coli</i>	IM	No	IgG	Oliveira et al., 2017
<i>Mhp</i> P46 and P65	Chimeric protein incorporating Band T cell epitopes	IM, 2 doses	No	Th1 cellular response and specific	Gao et al., 2022
Recombinant vector vaccines					
NrdF (R2)	<i>Salmonella</i> Typhimurium aroASL3261	Oral	No	IgG and secretory IgA in lungs	Fagan et al., 2001
P97 (R1R2)	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> Koganei	Oral	No	IgA and IgG in serum	Ogawa et al., 2009

Oral vaccination against *M. hyopneumoniae*

It is well known that immunoglobulin A (IgA) plays a crucial role in preventing microorganism adhesion to mucous epithelium, serving as the primary mucosal protection immunoglobulin. Limited focus has been directed toward mucosal-stimulating vaccines (oral or intranasal) for *M. hyopneumoniae* infection in pigs, despite reports of mucous membrane stimulation through oral immunization with other pathogens (Pieters and Maes, 2019). In addition to commercially available vaccines, recent years have witnessed the emergence of new nanotechnological vaccines. For instance, a novel bacterin vaccine against *M. hyopneumoniae* has been developed, using the highly virulent 232 strain and the nanostructured

mesoporous silica (SBA-15), which allows slow release in the intestine, enhancing the immune response (Mechler-Dreibi et al., 2021; Storino et al., 2023).

The oral vaccine effectively induced both primary and memory IgA anti-*Mhyo* responses, showcasing the potential of SBA-15 as a cost-effective, efficient, and practical oral adjuvant for swine immunization (Mechler-Dreibi et al., 2021; Storino et al., 2023). Encouraging outcomes were also observed in an injectable vaccine trial using SBA-15 as adjuvant, evidenced by reduced lung lesion consolidation, bacterial shedding, and clinical signs post-infection (Petri et al., unpublished). Therefore, it is clear that the SBA-15 vaccine holds promising results, not only as a booster for commercial vaccines against *M. hyopneumoniae*, but also as an independent vaccination strategy.

Conclusion

Improving swine immunity against *M. hyopneumoniae* is essential to reduce disease severity and prevalence. Thus, researchers and laboratories around the world are constantly looking for innovative vaccines to achieve better protection. Additionally, selection of antigen, adjuvant, and vaccination parameters remain to be further exploited, as they seem to directly influence the immune responses and efficacy of the vaccines.

Acknowledgements

We are grateful to São Paulo State Research Foundation (FAPESP - #21/11914-0) for the research assistance and the scholarship granted during F.A.M.P.'s doctorate (#21/14515-9). We also thank CNPq (National Council for Scientific and Technological Development) for the Productivity Grant to L.G.O. (CNPq Process #316447/2021-8).

References

CHEN, A. Y. et al. Evaluation of the immunogenicity of the P97R1 adhesin of *M. hyopneumoniae* as a mucosal vaccine in mice. *Journal of medical microbiology*. 55(Pt 7):923-929, 2006.

DJORDJEVIC, S. P. et al. Serum and mucosal antibody responses and protection in pigs vaccinated against *Mycoplasma hyopneumoniae* with vaccines containing a denatured membrane antigen pool and adjuvant. *Australian Veterinary Journal*. 75(7):504-511, 1997.

FAGAN, P. K. et al. Oral immunization of mice with attenuated *Salmonella typhimurium* aroA expressing a recombinant *Mycoplasma hyopneumoniae* antigen (NrdF). *Infection and immunity*. 65(6), 2502-2507, 1997.

FERREIRA, G. C. et al. Efficacy evaluation of a novel oral silica-based vaccine in inducing mucosal immunity against *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Res Vet Sci*. 158:141-150, 2023.

Gao, Z. et al A candidate multi-epitope vaccine against porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae* induces robust humoral and cellular response in mice. *Vaccine*. 40(16):2370-2378, 2022

MAES, D. et al. Perspectives for improvement of *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines in pigs. *Veterinary research*. 52(1): 67, 2021.

MAES, D. et al. Update on *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs: Knowledge gaps for improved disease control. *Transboundary and Emerging Diseases*. 65:110-124, 2018.

MATTHIJS, A. M. F. et al. Efficacy of three innovative bacterin vaccines against experimental infection with *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Veterinary Research*. 50(1), 2019.

Matthijs, A. M. F. et al. Systems immunology characterization of novel vaccine formulations for *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterins. *Front Immunol*. 10:1087, 2019.

MECHLER-DREIBI, M. L. et al. Oral vaccination of piglets against *Mycoplasma hyopneumoniae* using silica SBA-15 as an adjuvant effectively reduced consolidation lung lesions at slaughter. *Scientific reports*. 11(1):22377, 2021.

OGAWA, Y., et al. Oral vaccination against mycoplasmal pneumonia of swine using a live *Erysipelothrix rhusiopathiae* vaccine strain as a vector. *Vaccine*. 27(33),4543-4550, 2009.

OLIVEIRA, N. R. et al. A novel chimeric protein composed of recombinant *Mycoplasma hyopneumoniae* antigens as a vaccine candidate evaluated in mice. *Veterinary Microbiology* 201: 146-153, 2017.

PIETERS, M. G.; MAES, D. *Mycoplasmosis. Diseases of Swine*. 863-883, 2019.

STORINO, G. Y. et al. Use of nanostructured silica SBA-15 as an oral vaccine adjuvant to control *Mycoplasma hyopneumoniae* in swine production. *Int J Mol Sci*. 24(7), 2023.

THACKER, E. L. et al. Comparison of antibody production, lymphocyte stimulation, and protection induced by four commercial *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterins. *Swine Health and Production*. 6(3):107-112, 1998.

Diversidade genética dos vírus Influenza A de suínos no Brasil e as potenciais estratégias vacinais para o controle da doença

Rejane Schaefer*

Embrapa Suínos e Aves

*Correspondência: rejane.schaefer@embrapa.br

Introdução

A ocorrência de infecções respiratórias em suínos representa um grande desafio para a suinocultura pela redução na produtividade devido ao menor ganho de peso dos animais afetados, aumento da mortalidade e dos custos com medicamentos antimicrobianos para controlar as infecções bacterianas secundárias, sem mencionar as questões relacionadas ao bem-estar animal (Torremorell et al., 2009). Surto de infecção respiratória aguda em suínos causadas pelo vírus influenza A (IAV) começaram a ser mais frequentemente observados a partir de 2009, em vários estados brasileiros, coincidindo com a ocorrência da pandemia de influenza em humanos causada por vírus do subtipo H1N1 (H1N1pdm09). Na ocasião, o vírus H1N1pdm09 foi detectado em pulmões de suínos acometidos pela infecção (Schaefer et al., 2011).

Diversidade genética dos IAVs de suínos no Brasil

O H1N1pdm09 foi o subtipo mais frequentemente detectado em suínos durante 2009 e 2010, quando então IAVs dos subtipos H1N2 e H3N2 começaram a ser isolados de suínos com sinais clínicos respiratórios

(Rajão et al., 2013; Schaefer et al., 2015; Nelson et al., 2015). Desde então, uma grande diversidade genética tem sido detectada nos vírus H1N1, H1N2 e H3N2, e os fatores que contribuíram para esse aumento da diversidade foram a transmissão de vírus da influenza humana sazonal para suínos e eventos de rearranjo gênico entre os vírus endêmicos em suínos e o vírus H1N1pdm09 (Nelson et al., 2015). Atualmente, circulam nos rebanhos brasileiros vírus dos subtipos H1N1 e H1N2, de duas diferentes linhagens genéticas (H1-1A e H1-1B), e uma linhagem de vírus H3N2. O vírus H1N1pdm09 é classificado como sendo da linhagem 1A.3.3.2 (Anderson et al., 2021) e logo após a sua introdução em suínos no Brasil, detectou-se um aumento rápido da diversidade genética e da transmissão viral entre suínos. A análise filogenética de sequências do gene HA de vírus isolados entre 2009 e 2020 revelou quatro clados genéticos com transmissão sustentada em suínos (Junqueira et al., 2023). Também circulam no Brasil vírus dos subtipos H1N1 e H1N2 de origem humana que foram transmitidos para suínos na metade da década de 1980 e no início dos anos 2000. Esses vírus são classificados como sendo da linhagem 1B, onde três clados genéticos distintos já foram identificados (1B.2.3; 1B.2.4; 1B.2.6) (Tochetto et al., 2023). Em relação aos vírus H3N2, identificou-se uma linhagem de vírus que foi transmitida de humanos para suínos no final da década

de 1990 e que posteriormente se diversificou em três clados genéticos (H3 1990.5.1; 1990.5.2 e 1990.5.3) (Tochetto et al., 2023). Além disso, as análises realizadas mostraram que os vírus suínos brasileiros da linhagem 1B (H1N1, H1N2) e H3N2 são distintos dos vírus que circulam em suínos em outros países (Nelson et al., 2015; Tochetto et al., 2023).

Estratégias para o controle da influenza em suínos

A extensa diversidade genética observada nos vírus influenza que circulam em suínos no Brasil é um grande desafio para o controle da doença via vacinação. Como os vírus influenza de suínos de diferentes continentes e regiões geográficas diferem enormemente (Anderson et al., 2021), é essencial que as vacinas para influenza sejam produzidas com cepas virais locais e com atualização periódica, de forma a contemplar a diversidade genética e antigênica de dada região/sistema de produção.

Várias plataformas vacinais já foram avaliadas em suínos, como vacinas que utilizam vírus inteiro inativado, vírus vivo atenuado, vacinas vetorais ou vacinas de ácidos nucleicos. A forma de apresentação do antígeno vacinal ao sistema imune do suíno determinará quais células serão ativadas, se haverá predominância de resposta imune humoral, celular ou de ambas. A imunidade gerada pós-vacinação depende em grande parte da indução de anticorpos séricos inibidores da hemaglutinação (HI) e vírus-neutralizantes (VN) contra a proteína HA da cepa vacinal, os quais chegam até os pulmões por difusão. Anticorpos de mucosa (IgA) ou células T CD8+ não são eficientemente induzidos pela vacinação por vírus inativado (Van Reeth et al., 2019). Para o sucesso da vacinação é fundamental que a vacina escolhida inclua vírus que sejam antigenicamente similares aos vírus que circulam no rebanho, uma vez que a diversidade genética e antigênica dos IAVs de suínos é grande e a proteção cruzada entre diferentes subtipos e linhagens virais pode ser limitada ou até mesmo nula. Após a etapa de seleção do candidato vacinal, os protocolos vacinais devem ser definidos estrategicamente de acordo com o momento de maior desafio, ficando a critério de cada granja ou sistema de produção. A eficácia da vacina é determinada pela habilidade da mesma em prevenir a doença clínica nos animais vacinados, sendo a quantidade de vírus (determinada pela carga viral) excretado considerado um dos fatores-chave para demonstrar a extensão da proteção contra o vírus de desafio induzido pela vacinação (Li et al., 2020).

Em geral, os experimentos realizados de teste de eficácia de vacinas em suínos avaliaram a resposta imune em porcas durante a gestação ou em leitões vacinados nos primeiros dias de vida ou logo após o desmame. A vacinação de porcas tem por objetivo prover anticorpos maternos ao leitão,

protegendo o mesmo nas primeiras semanas de vida. Por outro lado, a vacinação de leitões após o desmame tem como objetivo protegê-los de desafio por influenza na metade da fase de creche. De acordo com experimento realizado por Chamba Pardo et al. (2021), a vacinação de matrizes no pré-parto ou vacinação de todo o rebanho reprodutivo reduziu a chance de os leitões testarem positivos para o IAV ao desmame (16%), em comparação com os leitões não vacinados (40%). Entretanto a vacinação não eliminou a circulação do vírus no rebanho, já que não houve diferença estatística no número de granjas positivas para IAV entre os rebanhos vacinados e não vacinados e entre granjas com diferentes protocolos vacinais e tipos de vacina (autóloga vs. comercial). É importante ressaltar que os anticorpos maternos protegem o leitão contra desafio por vírus antigenicamente relacionados, e a presença dos anticorpos maternos pode interferir no desenvolvimento de resposta imune ativa por anticorpos ou infecção (Loeffen et al., 2003). Estratégias vacinais que utilizam dois tipos diferentes de vacinas (*heterologous prime-boost vaccination*) têm sido avaliadas visando aumentar a intensidade e duração da resposta imune contra o vírus influenza (Li et al., 2020). Apesar de não ter havido diferença estatística para a média de ganho de peso diário entre os diferentes tratamentos e para a ocorrência de lesões macroscópicas no pulmão nos grupos vacinados onde a composição da vacina era similar ao vírus de desafio, o percentual de animais que excretaram vírus foi menor (Li et al., 2020).

Conclusão

A abordagem para controle da influenza em rebanhos suínos pode variar de acordo com o sistema de produção, dificultando uma estratégia única para diferentes realidades. O sucesso de qualquer programa de vacinação depende do acompanhamento da eficácia da vacina contra a influenza a partir da avaliação dos parâmetros de infecção pós-vacinação. Em casos de falhas vacinais, deve ser conduzida uma investigação, visando isolar e caracterizar os vírus emergentes em rebanhos vacinados e assim entender se a falha ocorreu devido a um escape viral da proteção induzida pela vacina ou por fatores relacionados com a vacina.

Referências

- ANDERSON, T. K. et al. Swine Influenza a Viruses and the Tangled Relationship with Humans. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 11, a038737, 2021.
- CHAMBA PARDO, F. O. et al. Effect of influenza A virus sow vaccination on infection in pigs at weaning: A prospective longitudinal study. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68:183-193, 2021.

JUNQUEIRA, D. M. et al. Human-to-Swine Spillover and Onward Transmission of H1N1pdm09 in Brazil. *Frontiers in Microbiology*, 2023.

LI, C. et al. Exploring heterologous prime-boost vaccination approaches to enhance influenza control in pigs. *Veterinary Research*, 51:89, 2020.

LOEFFEN, W. L. et al. Effect of maternally derived antibodies on the clinical signs and immune response in pigs after primary and secondary infection with an influenza H1N1 virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 92: 23-35. 2003.

NELSON, M. I. et al. Influenza A viruses of human origin in swine, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*. 21 (8): 1339-1347, 2015.

RAJÃO, D. S. et al. Genetic characterization of influenza virus circulating in Brazilian pigs during 2009 and 2010 reveals a high prevalence of the pandemic H1N1 subtype. *Influenza and Other Respiratory Viruses*. 7: 783-790, 2013.

SCHAEFER, R. et al. Isolation and characterization of a pandemic H1N1 influenza virus in pigs in Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 31:761-767, 2011.

TOCHETTO, C. et al. Introductions of Human-Origin Seasonal H3N2, H1N2 and Pre-2009 H1N1 Influenza Viruses to Swine in Brazil. *Viruses*. 15: 576, 2023.

TORREMORELL, M. et al. Procedures to eliminate H3N2 swine influenza virus from a pig herd. *Veterinary Record*. 165: 74-77, 2009.

VAN REETH, K.; VINCENT, A. L. Influenza viruses. In: Zimmerman, J.J. et al (Ed.) *Diseases of Swine*. 11th. Ames: John Wiley & Sons, p. 576-593, 2019.

O controle de salmonela na granja para evitar a doença clínica e sua possível contribuição para a redução de circulação do agente no sistema de produção

Roberto M.C. Guedes*

Departamento Clínica e Cirurgia Veterinárias, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

*Correspondência: guedesufmg@gmail.com

Introdução

As doenças entéricas estão dentro os principais problemas sanitários observados na suinocultura brasileira e mundial. Entre as doenças infecciosas relacionadas aos quadros de diarreia de maior relevância, citam-se a colibacilose neonatal e pós-desmame, a enteropatia proliferativa suína, a salmonelose e a disenteria suína. Cada uma dessas enfermidades tem sua especificidade em relação à faixa etária de comprometimento e sua severidade. Especificamente em relação à salmonelose, assunto a ser tratado nesse manuscrito, existem duas formas clínicas distintas, sendo elas a apresentação nas formas de enterocolite ou septicêmica. É importante lembrar, entretanto, que no suíno a condição de carreador é frequente na infecção por *Salmonella* sp.

O gênero *Salmonella* é dividido em duas espécies, *Salmonella bongori* e *Salmonella enterica*, sendo a última subdividida em seis subespécies e quase 2.600 sorovares. Entre os sorovares que compõem a subespécie enterica, que são os de relevância em relação à saúde única e doença clínica, existem aqueles considerados adaptados

a um hospedeiro, podendo induzir uma forma grave da doença. Esses sorovares possuem maior quantidade de fatores de virulência e, conseqüentemente, ultrapassam a barreira intestinal e induzem uma disseminação sistêmica, como é o caso do sorovar Choleraesuis nos suínos. Outros sorovares de *Salmonella* são mais promíscuos e circulam/colonizam o trato digestivo de diferentes hospedeiros, frequentemente sem causar doença clínica, mas em condições favoráveis podem induzir lesões enterocolíticas, com envolvimento de linfonodos da rede mesentérica e, por vezes, o fígado.

Entre os sorovares de *Salmonella* circulantes em suínos, os mais frequentes em suínos são Choleraesuis, Typhimurium e Typhimurium monofásico (4,[5],12,i:-) (Meneguzzi et al., 2021). Typhimurium monofásico, que é um mutante do sorovar Typhimurium onde não existe a expressão do 2º antígeno flagelar, é o sorovar mais frequentemente isolado em suínos no Brasil (Meneguzzi et al., 2021), na Europa e na América do Norte (Griffith et al., 2019). Como mencionado acima, o sorovar Choleraesuis, por ser um agente adaptado ao suíno, possui maior quantidade de fatores de virulência que possibilitam com maior facilidade que essas bactérias subjuguem os mecanismos de defesa da parede intestinal e tenham uma disseminação sistêmica, atingindo linfonodos mesentéricos e sistêmicos, fígado, baço e pulmões. Clinicamente, animais que apresentem

essa forma septicêmica apresentam quadro febril, com temperatura corporal acima de 40 °C, hiperemia cutânea, apatia e anorexia, podendo vir a óbito em 24 a 48 horas, por vezes acompanhado de cianose de extremidades. Após esse período, os animais que sobrevivem podem desenvolver quadro respiratório, caracterizado por tosse, e/ou quadro entérico, caracterizado por diarreia. Em uma fase de cronicidade, a diarreia persistente é observada associada a evidente perda de condição corporal. As taxas de mortalidade e redução de desempenho são características marcantes nessa forma da doença. Os sorovares Typhimurium e monofásico, quando desenvolvem quadro clínico, induzem quadro diarreico transitório, mas recorrente, que se confunde facilmente com outras doenças entéricas, como a enteropatia proliferativa. Apesar da taxa de mortalidade se mostrar ligeiramente elevada, os maiores impactos estão relacionados com a diminuição do desempenho dos animais. Importante salientar que eventualmente os sorovares Typhimurium e monofásico podem estar envolvidos com apresentações septicêmicas (Kich e Cardoso, 2022).

No Brasil, a ocorrência de salmonelose enterocolite é relatada há muitos anos, mas sua ocorrência mostrou aumento significativo na última década. Já a forma septicêmica, frequente desafio no final dos anos 1980, foi raramente detectada entre 1990 e 2011, quando reemergiu com uma disseminação marcante, que aparentemente iniciou na região sudeste, estendendo-se para a região centro-oeste entre 2011 e 2014, e para a região sul a partir de 2016 (Guedes et al., 2017). Desde então, as duas formas de apresentação da doença têm sido um problema frequente nos sistemas de produção brasileiros, merecendo atenção especial nas fases de creche e recria em rebanhos infectados.

Passamos agora a discutir aspectos gerais sobre os métodos de controle da salmonelose suína.

Métodos de controle

Características epidemiológicas importantes a serem consideradas em problemas clínicos associados à infecção pelos sorovares Choleraesuis, Typhimurium/monofásico são as relativas baixas dose infectantes, 10³ e 10⁴, respectivamente, e a grande eliminação de bactérias viáveis nas fezes de animais infectados/doentes, 10⁶ e 10⁷, respectivamente. Além disso, importante considerar que o sorovar Choleraesuis é raramente transmitido por alimento ou fômites, sendo particularmente vinculado através de animais clínica ou subclínicamente infectados. Já os sorovares Typhimurium e monofásica, dada a promiscuidade desse sorovar, podem ser carregados e eliminados nas fezes de grande número de espécies animais como roedores,

pássaros, aves aquáticas e mamíferos domésticos e silvestres, além de ser transmitida também através do alimento e fômites. Dessa forma, as características da possibilidade de contaminação do rebanho através de carreadores são nos três sorovares supracitados e variedade de veículos de contaminação associados aos sorovares Typhimurium e monofásico impõem um desafio epidemiológico grande no impedimento de contaminação de rebanhos.

Outros aspectos importantes relacionados à manifestação clínica, tanto da forma septicêmica quanto enterocolítica, são a carga infectante e estado imunológico do hospedeiro, no caso o suíno. Considerando que organismos de Salmonella sobrevivem no ambiente contaminado com fezes secas ou úmidas por um período de três a seis meses, ambientes mal higienizados contribuem em muito para a elevação da carga infectante. Além disso, condições frequentes de múltiplas origens no alojamento na creche, excesso de umidade e não aquecimento adequado do ambiente particularmente na creche, rações com ingredientes de má qualidade e frequentemente com micotoxinas, adensamento de animais por baias e presença de doenças outras, particularmente respiratórias, intercorrentes contribuem para imunossupressão e maior susceptibilidade para o desenvolvimento da salmonelose. Nesse sentido, a diminuição da pressão de infecção na granja e, conseqüentemente, redução de exposição e contaminação de animais suscetíveis, redução da manifestação clínica e da circulação do agente estão diretamente relacionados a adequadas práticas de limpeza e desinfecção de ambientes, particularmente entre lotes, à redução do número de origens, densidade adequada de animais nas instalações, oferta e disponibilidade suficiente de água e alimento e ambiência. São ações rotineiras que têm significativo impacto a médio e longo prazo na ocorrência da doença, tanto na forma enterocolítica quanto septicêmica.

A utilização de antimicrobianos durante surtos da doença em animais já enfermos apresenta sucesso relativo, particularmente quando administrados na ração, tendo a medicação via água maior chance de sucesso. A melhor forma de utilização de medicação oral é de forma preventiva, possibilitando assim redução eficiente da transmissão (Griffith et al., 2019). A escolha do princípio ativo a ser usado tem papel preponderante no sucesso dessa estratégia. Estudo recente avaliando a sensibilidade antimicrobiana de cepas de Salmonella circulantes no Brasil (Meneguzzi et al., 2021) demonstrou os melhores resultados de sensibilidade para fosfomicina (96,9%), seguido da lincomicina-spectinomicina (81,5%), ceftiofur (80,7%) e norfloxacin (75,3%), enquanto a maior frequência de resistência desses isolados foi observada com tetraciclina (90%), seguidos de florfenicol (77,7%),

doxiciclina (76,9%), gentamicina (73,8%), colistina (63%) e streptomina (62,3%). Idealmente, a escolha do princípio ativo a ser usado deve ser baseada em testes de sensibilidade *in vitro*. Entretanto, como a medicação frequentemente deve ser iniciada antes desses resultados estarem disponíveis, a experiência prévia e conhecimento de bases de antimicrobianos que tenham se mostrado eficientes deve embasar essa decisão. Particularmente nos surtos da forma septicêmica, medicação injetável nos animais enfermos e via água nos contactantes tem sido reportada como eficiente para redução da duração e severidade da doença. Anti-inflamatórios e antitérmicos como dipirona e flunixinina têm sido utilizados para melhorar a condição de animais severamente afetados, com o intuito de reduzir os efeitos das endotoxinas bacterianas.

A utilização de vacinas comerciais ou bacterinas tem sido uma alternativa no controle da salmonelose. Existem diferentes tipos de vacinas disponíveis no mercado brasileiro. No período em que vacinas vivas atenuadas não estavam disponíveis no mercado no Brasil, as bacterinas tiveram seu papel na redução das perdas relacionadas particularmente com a forma septicêmica. Alguns aspectos são importantes a se considerar na opção de escolha da vacina a ser utilizada, como por exemplo: (1) vacinas com sorovares homólogos devem ser utilizadas para conferir melhor proteção; assim, a identificação de qual sorovar está envolvido com o quadro é essencial; (2) a proteção mais eficiente contra *Salmonella* é celular; dessa forma, vacinas vivas atenuadas apresentam maior eficiência que bacterinas; (3) deve ser considerado o custo-benefício do uso das vacinas (Kich e Cardoso, 2022) e a praticidade na administração, comparando o uso intramuscular ou oral.

Conclusão

A salmonelose reemergiu como problema importante e prevalente nos rebanhos brasileiros, particularmente após 2011. Fluxo de animais e manejos sanitários, particularmente relacionados com limpeza e desinfecção, tem papel preponderante para o controle da doença. Existem informações nacionais relacionadas à diversidade de cepas dos diferentes sorovares circulantes no Brasil, bem como os princípios ativos mais eficazes contra o agente. A utilização de vacinas, particularmente vivas atenuadas, são alternativas viáveis para o controle de surtos da doença.

Referências

GRIFFITH, R. W. et al. Salmonellosis. In: Diseases of Swine, 11th ed. John Wiley & Sons: Hoboken. p. 912-925, 2019.

GUEDES, R. M. C. et al. Infecção por *Salmonella Choleraesuis*: epidemiologia, sinais clínicos e patologia da doença. In: Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos. Sinsui: Porto Alegre. p. 145-152, 2017.

KICH, J. D.; CARDOSO, M. Salmonelose. Capítulo 25. In: Doenças dos Suínos, 3 ed. David Barcellos:Porto Alegre. p. 296-303, 2022.

MENEGUZZI, M. et al. Re-emergence of salmonellosis in hog farms: Outbreak and bacteriological characterization. Microorganisms, v. 9, p, 1-16, 2021.