

Construir a resiliência às doenças em suínos: Porque a Genética está a mudar as Regras do Jogo

A produção suína enfrenta um panorama sanitário em rápida evolução. Patógenos como o PRRS continuam a surgir, disseminar-se e sofrer mutações, desafiando até as estratégias de controlo mais avançadas. Neste contexto, as abordagens tradicionais já não são suficientes. É necessária uma solução mais robusta e preparada para o futuro, na qual a genética assume um papel central.

Este artigo explora a base genética da resposta às doenças, apresenta as principais abordagens de melhoramento disponíveis e explica porque a seleção para a resiliência às doenças constitui o caminho mais sustentável.



Como o sistema imunitário dos suínos está codificado geneticamente

Cada componente do sistema imunitário do suíno possui uma base genética hereditária. Desde os recetores da imunidade inata, que detetam agentes patogénicos segundos após a infeção, até às células da imunidade adaptativa que geram memória de longo prazo, a resposta imunitária de um animal é moldada pelo seu DNA.

Alguns animais:

- Desencadeiam respostas mais rápidas e direcionadas,
- Regulam melhor a inflamação,
- Mantêm o consumo de alimento e o desempenho produtivo sob desafios sanitários
- Recuperam mais rapidamente após infeções.

Estas variações genéticas tornam a genética uma **poderosa ferramenta de gestão sanitária**. No entanto, a resposta imunitária de um suíno é influenciada por numerosos genes e a saúde depende de uma interação complexa entre o agente patogénico, a própria biologia do animal e os fatores ambientais e de manejo. Esta complexidade torna a seleção genética para a melhoria da saúde um processo desafiante.

Resiliência e resistência às doenças: Uma distinção importante

Os termos “resistência às doenças” e “resiliência às doenças” são frequentemente utilizados indistintamente, mas descrevem fenómenos biologicamente distintos, com diferentes implicações para a gestão das doenças.

Resistência às doenças: forte, mas limitada

A **resistência à doença** refere-se à capacidade de um animal para limitar ou impedir a entrada, replicação ou disseminação de agentes patogénicos no seu organismo. Um animal resistente consegue reduzir a carga patogénica, idealmente evitando por completo a infeção. Resistência constitui uma vantagem extremamente valiosa quando se consegue.

Contudo, a resistência é específica para cada agente patogénico e estes podem sofrer mutações. A PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos), por exemplo, é conhecida pela sua rápida evolução genética. As estirpes de PRRS que circulam atualmente podem diferir substancialmente das que circulavam apenas há alguns anos. Um mecanismo de resistência desenvolvido ou selecionado para um agente patogénico específico pode proporcionar menor proteção à medida que esse agente evolui. Além disso, a resistência a uma doença não confere qualquer benefício perante outras. Num ambiente de produção em que os animais enfrentam simultaneamente múltiplos desafios sanitários, a resistência a um único agente patogénico representa apenas uma solução parcial.

Resiliência às doenças: abrangente e duradoura

A **resiliência às doenças** corresponde à capacidade de um animal suportar e recuperar de uma infeção, mantendo simultaneamente a saúde e o desempenho produtivo - independentemente do tipo de agente patogénico responsável pela infeção. Um animal resiliente pode albergar uma carga patogénica significativa, mas as consequências clínicas e produtivas são substancialmente menores.

A resiliência é impulsionada por:

- Respostas imunitárias rápidas e bem reguladas;
- Controlo eficaz da inflamação;
- Manutenção da função metabólica sob condições de desafio sanitário;
- Recuperação rápida após um episódio de doença

Aspeto fundamental, a resiliência apresenta um carácter transversal e de **amplo espectro**. Os animais resilientes possuem uma maior capacidade para lidar não apenas com as doenças atualmente prevalentes, mas também com agentes patogénicos novos ou emergentes, para os quais ainda não existem medidas profiláticas ou terapêuticas eficazes. Num contexto produtivo marcado pela presença simultânea de múltiplos desafios sanitários e pelo risco permanente de emergência de novas doenças, a resiliência genética assume um valor estratégico e sustentável a longo prazo.

Abordagens genéticas para a gestão das doenças

Atualmente, destacam-se duas grandes abordagens tecnológicas para a aplicação da genética na gestão sanitária: a seleção genómica e a edição genética. Cada uma aborda o desafio da melhoria da saúde animal por vias distintas, apresentando vantagens, limitações e implicações estratégicas específicas.

Seleção genómica aplicada à resiliência e resistência às doenças

A seleção genómica utiliza informação proveniente de dezenas de milhares de marcadores genéticos distribuídos pelo genoma para prever com maior precisão o mérito genético dos animais. Na gestão das doenças, a seleção genómica pode ser aplicada a características relacionadas tanto com a resistência como com a resiliência.

Para características de resistência, a seleção genómica identifica animais portadores de variantes genéticas associadas a uma menor suscetibilidade a agentes patogénicos específicos e favorece a sua utilização em programas de melhoramento genético, sem modificar o genoma.

Para características de resiliência, a seleção genómica é aplicada a um conjunto mais amplo de fenótipos que refletem a capacidade global do animal para manter a saúde e o desempenho perante desafios sanitários. Estes incluem taxas de sobrevivência em ambientes com desafios patogénicos, velocidade de recuperação após episódios de doença, manutenção do crescimento e do desempenho reprodutivo sob pressão sanitária e indicadores da função imunitária. Estas características são geralmente **mais complexas de medir** do que os resultados associados à resistência a uma única doença e são influenciadas por numerosos genes que atuam em conjunto, em vez de por uma ou poucas variantes genéticas de grande efeito. Esta complexidade torna a seleção para a resiliência mais desafiante, mas também mais robusta nos seus resultados.

A seleção genómica para a resiliência requer grandes volumes de dados provenientes de animais sujeitos a desafios sanitários em condições comerciais, modelos estatísticos avançados capazes de captar efeitos poligénicos e um investimento contínuo em infraestruturas de fenotipagem. Embora estas exigências sejam significativas, o investimento é amplamente justificado.

Os ganhos genéticos em resiliência, uma vez alcançados, são **permanentes e cumulativos**: cada geração beneficia dos progressos obtidos na anterior. São também **hereditáveis**: permitindo que as melhorias genéticas sejam transmitidas aos efetivos comerciais em todo o mundo. Além disso, apresentam um carácter abrangente, uma vez que os animais com maior resiliência genética tendem a obter melhores resultados perante uma diversidade de desafios sanitários.

Edição genética para resistência às doenças

As tecnologias de **edição genética**, em particular o sistema CRISPR-Cas9, oferecem uma via mais direta para a obtenção de resistência às doenças, através da realização de modificações direcionadas em locais específicos do genoma, criando variantes genéticas capazes de conferir proteção contra agentes patogénicos bem definidos.

O atrativo desta abordagem é evidente. Se um agente patogénico depende de um determinado recetor do hospedeiro para provocar infeção, e esse recetor puder ser alterado sem comprometer o funcionamento fisiológico normal do animal, a edição do gene correspondente poderá conferir resistência a esse agente patogénico.

Esta estratégia tem suscitado um considerável interesse científico, mas o seu percurso até à aplicação comercial enfrenta obstáculos significativos. A aprovação regulamentar de animais de produção geneticamente editados para utilização na cadeia alimentar é

complexa e varia entre mercados. A aceitação por parte dos consumidores continua a ser incerta. A complexidade associada à propriedade intelectual acrescenta risco comercial. E, mais importante ainda, do ponto de vista biológico, a edição genética para resistência apresenta a mesma limitação fundamental de todas as abordagens centradas na resistência: os seus benefícios estão limitados ao agente patogénico para o qual foi concebida.

A capacidade destes animais para lidar com outras infeções ou para manter o desempenho produtivo perante diversos desafios sanitários depende, em grande medida, da mesma arquitetura genética que caracteriza qualquer outro suíno, embora a própria modificação genética possa, em alguns casos, exercer uma influência negativa sobre essas características.

Porque resiliência às doenças é o caminho mais sustentável

A resposta reside na própria natureza dos desafios sanitários.

À escala global, o ritmo de emergência e reemergência de agentes patogénicos está a acelerar. Neste contexto, uma estratégia de gestão sanitária assente sobretudo em ferramentas específicas para cada agente patogénico, como as vacinas ou a resistência genética, exige uma atualização constante. Cada novo agente patogénico ou cada nova variante obriga ao desenvolvimento de uma resposta específica.

A **resiliência** oferece uma proposta de valor fundamentalmente diferente. Um efetivo com maior resiliência às doenças está mais bem preparado para **enfrentar uma ampla gama de desafios sanitários**, incluindo aqueles que ainda não foram identificados. Além disso, a melhoria genética obtida é cumulativa e permanente. Os seus benefícios acumulam-se ao longo das gerações e estendem-se aos diferentes sistemas de produção em todo o mundo.

Existe também uma perspetiva sistémica a considerar. A gestão sustentável das doenças assenta em múltiplas camadas de proteção, incluindo a biossegurança, a vacinação, a nutrição, as condições ambientais e uma gestão baseada em dados. A **resiliência genética** potencia a eficácia de cada uma dessas camadas.

Os animais resilientes toleram melhor a pressão sanitária que inevitavelmente persiste mesmo em sistemas com elevados padrões de biossegurança e beneficiam mais das estratégias nutricionais desenvolvidas para apoiar a função imunitária.

Este efeito potenciador não é reproduzido apenas pelos mecanismos de resistência. Um animal geneticamente editado para ser resistente a um agente patogénico específico continua a depender dos mesmos investimentos ao nível do sistema para enfrentar todos os restantes desafios sanitários. A resiliência, por sua vez, reforça a capacidade de resposta de todo o sistema produtivo.

Vantagens Práticas

Para além da sua importância estratégica, uma maior resiliência às doenças proporciona vantagens práticas que têm um impacto direto para os produtores:

- **Menos intervenções:** os efetivos mais resilientes tendem a necessitar de menos tratamentos com antibióticos, promovendo uma utilização mais responsável dos antimicrobianos e facilitando o cumprimento dos requisitos regulamentares.

- **Melhoria da saúde e do bem-estar animal:** os animais que recuperam mais rapidamente e mantêm melhores condições clínicas sob pressão sanitária sofrem menos, um resultado relevante tanto do ponto de vista ético como económico.
- **Maior estabilidade do desempenho produtivo:** os animais resilientes mantêm de forma mais consistente as taxas de crescimento, a eficiência alimentar e o desempenho reprodutivo em condições sanitárias variáveis, proporcionando resultados económicos mais previsíveis.
- **Aplicabilidade global:** uma vez incorporada nas populações de seleção, a resiliência às doenças é transmitida através dos canais habituais de disseminação genética para efetivos em todo o mundo, independentemente do perfil local de agentes patogénicos ou do nível de biossegurança existente.

Desafios da seleção genética para a melhoria da resiliência às doenças

A seleção para a melhoria da resiliência às doenças é reconhecidamente mais exigente do que a seleção para a resistência a uma doença específica. Sendo uma característica complexa e influenciada por múltiplos genes, a resiliência exige a recolha e análise de dados provenientes de animais sujeitos a desafios sanitários reais em condições comerciais, o que representa um desafio consideravelmente maior do que a avaliação da resistência a um único agente patogénico.

No entanto, o benefício de ultrapassar essa complexidade traduz-se numa base genética sólida e duradoura, capaz de conferir vantagens ao setor perante uma ampla diversidade de agentes patogénicos, em diferentes contextos geográficos e ao longo do tempo.



Conclusão: Construir resiliência de dentro para fora

A seleção genômica para o reforço da resiliência global às doenças constitui uma estratégia poderosa para melhorar, de forma sustentada, a saúde e o desempenho dos animais em condições de desafio sanitário, gerando benefícios que perduram ao longo das gerações.

Embora a edição genética possa conferir resistência direcionada a agentes patogênicos específicos, o seu impacto mantém-se relativamente limitado e condicionado por desafios relacionados com a regulamentação e a aceitação pelo mercado. Em contrapartida, a seleção genômica permite melhorar simultaneamente características associadas tanto à resistência como à resiliência às doenças, sendo esta última a que oferece o valor mais abrangente e duradouro num cenário sanitário cada vez mais complexo.

A construção da resiliência é, do ponto de vista científico, uma tarefa mais exigente, requerendo análises avançadas de dados e um investimento contínuo a longo prazo. No entanto, é precisamente essa complexidade que reflete a sua principal força: a resiliência prepara os efetivos não apenas para enfrentar as doenças de hoje, mas também para responder aos desafios sanitários em constante evolução.

À medida que a pressão sanitária se intensifica, o reforço da resiliência às doenças representa uma via sustentável para potenciar a capacidade natural dos suínos de responder, recuperar e prosperar. Uma geração após outra, a partir do seu próprio potencial biológico, a resiliência constrói sistemas de produção mais robustos, eficientes e preparados para o futuro.

Num contexto de crescente pressão sanitária, o aumento da resiliência às doenças oferece uma solução sustentável para reforçar a capacidade natural dos suínos de responder, recuperar e manter elevados níveis de desempenho. Geração após geração, a resiliência constrói, a partir do próprio potencial biológico, animais mais robustos e preparados para os desafios do futuro, de dentro para fora.

