

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura e Pecuária*

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

*Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos*

Embrapa
*Brasília, DF
2025*

Embrapa
Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e editoração

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
89.715-899, Concórdia, SC
<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>

Comitê Local de Publicações

Presidente

Franco Müller Martins

Secretária-executiva

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

*Clarissa Silveira Luiz Vaz, Catia Silene Klein,
Gerson Neudí Scheuermann, Jane de Oliveira
Peixoto e Joel Antonio Boff*

Membros suplentes

Estela de Oliveira Nunes e Fernando Tavernari

Edição executiva

*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira e
Marina Schmitt*

Revisão de texto

*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira,
Sandra Camile Almeida Mota e Vicky Lilge
Kawski*

Normalização bibliográfica

Claudia Antunes Arrieche (CRB14/880)

Projeto gráfico, capa e diagramação

Marina Schmitt

1ª edição

Publicação digital (2025): PDF
1ª impressão (2025): 700 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Suínos e Aves

Raízes, ciência e transformação: 50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves/Jean
Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira, editores técnicos - Brasília, DF: Embrapa, 2025.

PDF (509 p.) : il. color.

ISBN 978-65-5467-100-2

1. Embrapa Suínos e Aves. 2. História. 3. Desenvolvimento. 4. Inovação. 5. Meio ambiente.
6. Produção animal. 7. Genética animal. 8. Sanidade animal. I. Vilas-Boas, Jean. II. Pereira,
Monalisa Leal.

CDD (21. ed.) 630.72

Claudia Antunes Arrieche (CRB-14/880)

©2025 Embrapa

CAPÍTULO 5

Importância da nutrição na evolução da suinocultura

Teresinha Marisa Bertol, Jorge Vitor Ludke e Everton Luis Krabbe

Nutrição aponta caminhos para eficiência e redução de custos | 1975–2010

A pesquisa em nutrição de suínos desenvolvida pela Embrapa Suínos e Aves entre 1975 e 2010 foi direcionada ao incremento da viabilidade econômica da cadeia produtiva, por meio do aumento da eficiência técnica e da redução do custo de produção. A principal razão para esse enfoque residia no fato de que a alimentação dos animais representa de 60 a 80% do custo da suinocultura, dependendo da fase animal e dos preços dos ingredientes da dieta, principalmente do milho e do farelo de soja.

No ano da fundação da Unidade, havia poucos profissionais disponíveis no mercado brasileiro com mestrado ou doutorado e com treinamento para conduzir pesquisas nas áreas de nutrição de suínos. Naquela época, os pesquisadores foram selecionados entre profissionais graduados que atuavam na extensão rural ou, na sua maioria, diretamente dos cursos de pós-graduação nos departamentos de zootecnia de universidades brasileiras. Para incentivar a formação de pesquisadores, a Embrapa contratou profissionais recém-formados para ingressarem em cursos de pós-graduação, custeando os estudos de mestrado no Brasil e doutorado no exterior, inclusive com execução de projetos financiados dentro da programação de pesquisa da Embrapa Suínos e Aves. Esse esforço institucional foi muito intenso no início e persistiu por mais de duas décadas.

Sobre o período de estruturação da pesquisa, cabe ressaltar o importante papel desempenhado por consultores, geralmente docentes de universidades brasileiras, que participaram da formulação das prioridades e da seleção dos primeiros pesquisadores. Dentro do modelo institucional inicial da Embrapa (1975/1976), a suinocultura foi contemplada com a instalação do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos (CNPS) na região sul do Brasil e com o fomento das atividades de pesquisa em nutrição de suínos em instituições estaduais de pesquisa da região Sudeste.

Nesse modelo, enquanto a instalação física da Unidade se concretizava, pesquisadores contratados pela Embrapa atuavam nos institutos estaduais em parceria com universidades, onde pesquisas com nutrição de suínos já ocorriam. Em convergência, para reforçar a atuação nacional, logo após a criação da Embrapa Suínos e Aves, foram desenvolvidas duas linhas fundamentais de atuação: (a) ação direta através da execução de pesquisas; e (b) ação coordenadora através do Programa Nacional de Pesquisa de Suínos (PNP Suínos), com o financiamento dos Sistemas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, envolvendo universidades em âmbito federal e institutos de pesquisa em âmbito estadual.

Quatro períodos de evolução

Durante a primeira década, a estrutura física da Unidade foi sendo concretizada com a instalação dos principais prédios de pesquisa para nutrição de suínos e início da operação do laboratório de nutrição animal. Visando contornar a defasagem inicial entre a disponibilidade de infraestrutura e a premência na execução dos projetos, as primeiras pesquisas foram conduzidas em granjas comerciais e em instalações de testes de reprodutores administradas pela Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS).

A análise da evolução da pesquisa em nutrição de suínos desenvolvida na Embrapa evidencia diferentes etapas. A primeira delas corresponde à redução de perdas na produção (1975 a 1982). A segunda caracteriza-se pela intensificação da avaliação de ingredientes alternativos e pelo estudo de exigências nutricionais (1978 a 1991). Já a terceira compreende o início dos estudos com vista ao impacto ambiental e à preocupação com a variabilidade nutricional dos principais ingredientes usados nas rações. A partir dos anos 2000, a quarta etapa compreendeu o uso estratégico da nutrição para duas funções distintas: (1) a manutenção e melhoria da qualidade da carne e gordura suína e seus produtos industrializados; (2) uso adequado da nutrição de suínos para viabilizar sistemas de produção especializados.

As primeiras pesquisas com suínos realizadas na área de nutrição da Unidade, na década de 1970, foram para avaliar a qualidade das rações comercializadas naquela época. Foi também nesse período que desenvolveram-se estudos visando a redução de perdas no arraçoamento. Na linha de avaliação e monitoramento da qualidade dos insumos tecnológicos comercializados, nos anos 1980, foram estudados concentrados proteicos comerciais e núcleos mineral-vitamínicos. A partir dos anos 1990, a Unidade dedicou-se a avaliar e monitorar premixes mineral-vitamínicos.

“A pesquisa em nutrição de suínos desenvolvida entre 1975 e 2010 foi direcionada ao incremento da **viabilidade econômica** da cadeia produtiva.”

Importância da nutrição na evolução da suinocultura

Nos últimos 15 anos, a suinocultura no Brasil e no mundo seguiu seu curso rumo à intensificação da produção. Com isso, novos desafios surgiram em todas as áreas de produção. Na nutrição, podemos citar o ajuste das exigências nutricionais para atender ao crescente potencial genético dos animais e para reduzir os desperdícios de nutrientes, fator crucial para o controle dos custos de produção e para a redução da poluição ambiental decorrente dos dejetos.

O custo das matérias-primas tem sido um problema cíclico, gerador de grandes crises no período mencionado, e o conhecimento do valor nutricional das matérias-primas, bem como a necessidade de desenvolver ou aprimorar tecnologias para a predição de seu valor nutricional, são fatores que contribuem para viabilizar a nutrição de precisão necessária nos modelos atuais de produção e para reduzir os custos de produção. A melhoria das dietas de desmame, para enfrentar os desafios enfrentados pelos leitões nesse período e atender às exigências dos consumidores quanto à eliminação dos antimicrobianos promotores de crescimento, é outro desafio constante para a manutenção da sanidade dos rebanhos e dos níveis de desempenho esperados. Por outro lado, o estudo de estratégias nutricionais para a melhoria da qualidade da carne, tanto na produção industrial quanto na produção alternativa para produtos de valor agregado, atende ao anseio dos consumidores por produtos de qualidade diferenciada.

Avaliação de novas matérias-primas para suínos

Entre as mudanças de cenário na suinocultura nos últimos 15 anos, uma das mais impactantes para o setor de nutrição foi a oscilação no mercado de grãos, com períodos de alta desenfreada dos principais ingredientes utilizados na alimentação dos suínos. O aumento no custo do milho foi motivado por questões comerciais ligadas ao cenário internacional, aumento das exportações, competição com outros setores, como o energético (produção de etanol), e pela perda de competitividade do milho em relação a outras culturas mais lucrativas no setor de produção de grãos. Paralelamente, aumentos sazonais no custo da soja ocorreram em função da maior demanda internacional. O descompasso entre a produção de proteína animal e a produção de cereais em regiões específicas, aliado ao alto custo de transporte dos grãos, foi outro desafio enfrentado pelo setor. Ao mesmo tempo, novas matérias-primas tornaram-se disponíveis nesse período, como os subprodutos da produção de etanol de milho, os quais necessitavam de avaliações nutricionais para maior eficiência de uso na alimentação dos suínos.

A Embrapa Suínos e Aves atuou no sentido de viabilizar soluções para a redução do impacto do custo dos insumos no custo de produção, tanto através do estudo das matérias-primas convencionais quanto na avaliação de matérias-primas alternativas. Esses estudos visavam melhorar a competitividade da suinocultura pela melhoria da eficiência de utilização das matérias-primas para ração, com abrangência em todo o território nacional, e pelo aumento da disponibilidade de matérias-primas produzidas in loco na região Sul do Brasil, que sofre com déficit de cereais para a produção animal. Na atualidade, e com desdobramentos previstos para o futuro próximo, novos fatos relacionados ao desenvolvimento do setor alcooleiro no estado do Rio Grande do Sul estão demandando a atenção da equipe de pesquisa em nutrição de suínos com relação ao aproveitamento de seus subprodutos na alimentação animal.

Matérias-primas convencionais: novos estudos da Embrapa

O milho é o ingrediente que contribui com o maior volume nas rações de suínos e o mais estudado quanto ao seu valor nutricional. No entanto, devido à variabilidade natural em sua composição e ao efeito do processamento sobre seu valor nutricional, alguns estudos foram desenvolvidos na Embrapa Suínos e Aves para aprimorar os conhecimentos sobre sua matriz nutricional. Esses estudos produziram diversos resultados atualmente em uso pelo setor produtivo: recomendação da melhor granulometria para maximizar seu valor nutricional, determinação do diâmetro geométrico médio das partículas (DGM) sem

secagem da amostra, o software GranuCalc e equações de predição da energia metabolizável do milho, os quais contribuíram para a melhoria da eficiência de aproveitamento das rações e redução do custo de produção. O software GranuCalc (mais informações no Capítulo 20) e a determinação do DGM sem secagem da amostra trouxeram agilidade na determinação da granulometria do milho, assim como a recomendação do melhor DGM e as equações de predição da energia metabolizável, cujos principais preditores são o DGM e a densidade do grão, que permitem estimar o valor energético do milho em tempo real para formulação das rações, melhorando a eficiência de sua utilização nas rações.

O farelo de soja é a principal fonte proteica utilizada na alimentação dos suínos, mas, nos últimos anos, a soja integral desativada processada através de reatores herméticos sob condições controladas de injeção de vapor, temperatura e pressão, foi ganhando espaço. No entanto, pelo fato de seu uso ter sido ampliado apenas em anos recentes, a matriz energética da soja desativada não estava bem estabelecida, além de não constar nas tabelas de composição de alimentos para suínos.

Em estudo desenvolvido na Embrapa Suínos e Aves, com parceria do setor produtivo agroindustrial, foi determinada a matriz nutricional e desenvolvidas equações de predição dos valores energéticos da soja desativada, contemplando ampla variação nos parâmetros de processamento entre plantas e até mesmo dentro de uma mesma planta. O estudo mostrou que a soja integral desativada apresenta elevado valor energético para suínos, porém com ampla variabilidade. Outros resultados relevantes obtidos nesse estudo foram a identificação dos fatores que melhor explicam a variabilidade no seu valor energético, que são as condições de processamento, e a constatação de que os valores energéticos podem ser preditos com precisão utilizando-se a composição química, indicadores de qualidade e parâmetros de processamento. Esses resultados contribuem para a melhoria da qualidade e da eficiência de utilização dessa importante matéria-prima para a produção de suínos.

Subprodutos da produção de etanol de milho e cereais de inverno

A produção de etanol de milho tem crescido continuamente no Brasil, o que, se por um lado compete com a indústria de proteína animal pelo uso do grão, por outro lado disponibiliza subprodutos de alto valor nutricional para alimentação animal, os quais se tornam cada vez mais populares em nosso país. Os subprodutos da indústria do etanol de milho têm sido intensamente estudados em outros países, principalmente nos Estados Unidos, onde a produção de etanol a partir de cereais precedeu essa atividade no Brasil. No entanto, devido à evolução tecnoló-

gica no processamento ao longo dos anos, aliada à variabilidade nos parâmetros de processamento entre diferentes plantas, além da ausência de dados desses subprodutos na tabela nacional de composição de alimentos para suínos e aves, detectou-se a necessidade de determinar a matriz nutricional dos subprodutos da indústria do etanol de milho produzidos no Brasil. Constatou-se ampla variação no valor energético dos subprodutos avaliados, com uma variação de 1,9 vez entre o valor mínimo e o valor máximo de energia metabolizável. Foram identificados os fatores que mais impactam a variabilidade no valor energético desses subprodutos e, com base na composição química, foram obtidas equações para sua predição de forma precisa. A definição da matriz nutricional desses subprodutos, assim como a predição de seu valor energético em tempo real nas fábricas de ração através de equações de predição, contribui para seu uso com maior eficiência na alimentação de suínos, o que colabora para a redução do custo de produção.

Os cereais de inverno (Figura 5.1) estão entre as matérias-primas de maior uso na alimentação animal no mundo. Em países da Europa e da Ásia Setentrional, são os principais ingredientes que compõem as dietas de suínos e aves. No Brasil, o cenário é diferente devido à ampla disponibilidade de milho nas regiões produtoras de suínos e aves, exceto na Região Sul, onde há déficit de cereais para uso na alimentação animal. Outras peculiaridades da Região Sul são sua distância dos principais locais de produção de milho na Região Centro-Oeste, o que encarece sobremaneira o transporte desse cereal, e a ampla disponibilidade de área agricultável para cultivo no período de inverno-primavera, o que possibilita a produção de cereais de inverno. Portanto, o aumento da produção desses cereais na Região Sul poderia suprir parte da demanda regional por grãos para alimentação animal, além de potencializar a renda dos produtores de grãos e cooperativas da região. Além disso, o desenvolvimento de variedades específicas para uso na alimentação animal poderia viabilizar um mercado alternativo de grãos de inverno para esse uso específico, sem competir com seu uso na alimentação humana.

Pensando nisso, em 2014, a Embrapa Suínos e Aves iniciou as primeiras discussões junto à Embrapa Trigo sobre a necessidade de fomento à produção de cereais de inverno e ao desenvolvimento de variedades de trigo e cevada específicas para alimentação de suínos e aves, visando suprir parte do déficit regional de grãos que compromete a competitividade dessas atividades nos dois estados do extremo Sul do Brasil. Essa ação envolveu inúmeras atividades, incluindo palestras, reuniões, workshops e webinars, envolvendo instituições públicas (Secretaria de Agricultura dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE), entidades do setor produtivo, incluindo representantes de produtores, cooperativas, cerealistas e agroindústrias, com o objetivo de sensibilizá-los para seu engajamento no projeto de desenvolvimento



Figura 5.1. Trigo, triticale e cevada, cereais de inverno estudados pela Embrapa.

da cadeia de cereais de inverno para alimentação animal em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nosso protagonismo nos eventos mencionados acima trouxe grande visibilidade à Embrapa Suínos e Aves como um importante promotor na solução do problema de déficit de matérias-primas para ração, que afeta gravemente a competitividade dessas duas cadeias na região sul do Brasil.

Como desdobramentos dessas articulações, foi assinado em 2018 um contrato de cooperação técnica e financeira coordenado pela Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a Federação das Cooperativas Agropecuárias de Santa Catarina (Fecoagro-SC) e, na época, com a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Pesca de Santa Catarina, para avaliação do valor nutricional do trigo, triticale e cevada para suínos e aves. Em fevereiro de 2020, a Embrapa Suínos e Aves e a Embrapa Trigo participaram do lançamento do Plano de Incentivo ao Plantio de Grãos de Inverno para Produção de Ração em SC por ocasião do Fórum do Milho 2020 em Mafra, SC.

Nesse plano, ficou definido que compete à Embrapa Suínos e Aves desenvolver pesquisas para avaliação nutricional dos cereais trigo, triticale e cevada visando seu uso eficiente na alimentação de suínos e aves e definir, em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e cooperativas, as cultivares a serem plantadas, que atendam aos requisitos de elevado rendimento de grãos, rusticidade e teor mínimo de proteína de 12%. Essas ações levaram ao desenvolvimento de um projeto de cooperação técnica e financeira coordenado pela Embrapa Suínos e Aves para o desenvolvimento da cadeia de cereais de inverno para alimentação de suínos e aves em Santa Catarina, em parceria com a Embrapa Trigo, a Associação da indústria de Carnes e Derivados no Estado de Santa Catarina (Aincadesc) e o Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de Santa Catarina (Sindicarne).

O plano de incentivo ao plantio de grãos de inverno para produção de ração em SC foi reeditado nos anos seguintes, com forte engajamento dos produtores. De 2021 a 2023, a Embrapa Suínos e Aves também participou ativamente das discussões do Projeto Duas Safras, capitaneado pela Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (Farsul) e Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), que visa o aumento da produção de cereais no Rio Grande do Sul com o aproveitamento das áreas agricultáveis do estado para duas safras, uma de inverno e outra de verão, em contrapartida à única safra praticada atualmente em grande parte do estado. Como resultado das ações, a produção de trigo no Brasil dobrou em volume da safra 2018/2019 para a safra 2021/2022. Após esse período, devido a eventos climáticos desfavoráveis, houve uma redução de aproximadamente 20% no volume anual produzido, porém, para o ano de 2024, a previsão é de produção de um volume aproximadamente 60% acima do produzido em 2021/2022, o que indica a consolidação do aumento na produção de cereais de inverno.

No passado, foram desenvolvidos estudos de avaliação nutricional dos cereais de inverno para suínos e aves. No entanto, a evolução genética desses cereais ao longo do tempo remete à necessidade de aprofundamento dos estudos com as variedades disponíveis atualmente no mercado e as novas variedades em desenvolvimento. Através dos projetos de cooperação técnica desenvolvidos em parceria com o setor produtivo e com a Embrapa Trigo, foi determinada a matriz nutricional das novas variedades de trigo, triticale e cevada. Com a participação em projetos de pesquisa coordenados pela Embrapa Trigo, a Embrapa Suínos e Aves colaborou na avaliação dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) e nas avaliações de longo prazo para desenvolvimento de novas variedades. Nas avaliações nutricionais, foi observada ampla variação na composição química dentro de cada cereal, com o conteúdo de proteína bruta como um dos pontos positivos, indicando que esses cereais substituem uma parte importante da fonte proteica nas rações.

Quanto ao valor energético, embora a maior parte das amostras tenha apresentado valor energético inferior ao milho, parte das amostras de trigo e de triticale foi similar ou superior ao milho de qualidade média, e uma das amostras de cevada apresentou valor energético pouco inferior ao do milho. Esses resultados demonstraram que há genótipos de trigo, triticale e cevada disponíveis atualmente com grande potencial como fonte energética para substituição do milho na alimentação de suínos, desde que produzidos e submetidos a tratamento pós-colheita adequados. Outro fator relevante é a similaridade na composição, características físicas e valores energéticos médios entre trigo e triticale, indicando a evolução genética do triticale nas duas últimas décadas.

O projeto também identificou características indicadoras de variabilidade no valor energético para suínos, sendo a densidade (PH) e a matéria mineral as duas variáveis que individualmente mais explicam as variações nos valores energéticos do trigo, triticale e cevada. O PH é utilizado atualmente como um parâmetro para decisões rápidas quanto à qualidade para aquisição de cereais de inverno, no entanto, foi constatado que, no que concerne à alimentação de suínos, esse parâmetro não é suficiente como indicador de qualidade, pois sua associação com os valores energéticos não é forte o suficiente, sendo necessário associá-lo com outras características de composição do grão.

Além disso, o projeto demonstrou que a peletização aumenta os valores energéticos de dietas de suínos contendo trigo ou triticale, e o valor energético do trigo, mas não afeta o valor energético do triticale. Com relação à qualidade da proteína, foi demonstrado que a concentração relativa de alguns aminoácidos essenciais é reduzida com o aumento do conteúdo de proteína bruta no grão, fator relevante para formulação de rações para suínos e aves. Considerando os

resultados dos ensaios de VCU e das avaliações nutricionais in vivo, também foi possível identificar variedades de trigo, triticale e cevada que se destacam quanto ao valor energético para suínos, o que, aliado às características de produtividade e resistência a doenças, permite indicar variedades mais promissoras para plantio visando o uso na alimentação de suínos.

Outro resultado relevante relativo aos cereais de inverno foi a determinação da equivalência entre trigo-milho, triticale-milho e cevada-milho na formulação de rações de custo mínimo para suínos. Considerando-se trigos e triticales de diferentes valores nutricionais, observou-se uma grande influência do conteúdo de proteína e de energia metabolizável sobre o valor potencial a ser pago por esses cereais. Outros fatores que afetam a remuneração a ser ofertada para trigo ou triticale são a fase de produção (dieta de baixa ou de alta energia) e o preço do óleo de soja, porém, em trigos ou triticales com elevado conteúdo de energia, o efeito do preço do óleo sobre a equivalência é apenas marginal, ao passo que, em caso de baixo conteúdo de energia, esse efeito é bastante acentuado.

De qualquer forma, quando seu conteúdo energético é baixo, esses ingredientes são economicamente mais vantajosos nas fases em que os suínos apresentam menor demanda de energia nas dietas, como na fase de gestação. Adicionalmente, esses cereais também substituem uma pequena proporção do farelo de soja quando incluídos nas dietas e, assim, o preço potencial a ser pago por ambos também é impactado pelo preço deste ingrediente. Esse trabalho demonstrou que o padrão de nivelamento do preço do trigo e do triticale para uso na alimentação de suínos, em 85% do preço do milho, não é realista, pois a equivalência pode variar de 80 a 128% para a cevada, de 90 a 122% para o triticale e de 90 a 128% para o trigo, dependendo do valor nutricional do grão em questão, do preço do óleo de soja, do farelo de soja e da fase de produção dos suínos.

Com o novo cenário que envolve a instalação de usinas para produção de etanol a partir de cereais no estado do Rio Grande do Sul e com a perspectiva de uso de grãos de inverno para tal, a Embrapa Suínos e Aves foi demandada por esse setor e pelas cooperativas de grãos quanto a informações sobre o valor nutricional dos subprodutos resultantes desse processo para alimentação de suínos e aves. Assim, foi disponibilizado aos demandantes um amplo levantamento bibliográfico, baseado em literatura internacional, sobre a composição, valor nutricional e indicações de uso desses subprodutos na alimentação de suínos. Além disso, foi feita uma estimativa da capacidade de absorção dos subprodutos da produção de etanol nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina por parte das agroindústrias para alimentação de suínos e aves. A Embrapa aguarda o início da produção do etanol de cereais de inverno no Brasil para avaliação in vivo do valor nutricional de seus subprodutos.

Estratégias nutricionais para a melhoria da carne suína

Os consumidores, em todos os mercados, desejam produtos saborosos, seguros, saudáveis e com aparência atrativa, ou seja, produtos de alta qualidade. Entretanto, qualidade, na perspectiva do consumidor, é algo subjetivo, podendo variar entre indivíduos, sociedades e culturas. A quase totalidade da carne suína produzida no Brasil é originária de sistemas de produção confinados de grande escala, com genética, alimentação e manejo padronizados, apresentando, assim, desempenho produtivo padronizado, grande eficiência econômica e rigoroso controle sanitário. Nesse contexto, a qualidade da carne precisa apenas atender aos requisitos mínimos de qualidade para a industrialização. Porém, uma parcela dos consumidores almeja produtos com qualidades organolépticas superiores e, em função disso, a produção de produtos diferenciados de maior valor agregado para atender ao mercado de carne in natura e produtos processados gourmet ganhou espaço no Brasil na última década, através de pequenos e médios empreendedores.

Com isso, estão surgindo no mercado brasileiro produtos cárneos diferenciados para atender a esse crescente nicho de mercado. Essa produção é feita a partir de cruzamentos que envolvem raças nacionais, em sistemas diferenciados de criação e engorda, com dietas que proporcionam melhorias na qualidade e diferenciação esperadas. Pensando nisso, a Embrapa Suínos e Aves atuou no desenvolvimento de estratégias nutricionais visando à melhoria da qualidade da carne suína, considerando os aspectos de diferenciação através da modulação do perfil dos ácidos graxos, aumento da estabilidade oxidativa e aumento no conteúdo de marmoreio. O aumento no conteúdo de marmoreio foi obtido com a redução do nível de aminoácidos da dieta em diferentes genótipos, independentemente do grau de melhoramento para produção de carne.

Uma forma eficiente para modulação do perfil de ácidos graxos da gordura dos suínos é o uso de dietas especiais na fase de terminação, com a inclusão de ingredientes como óleos, sementes, farelos e tortas de oleaginosas, ou a polpa de determinadas frutas, ou de aditivos como ácidos linoleicos-conjugados (CLA). Em projetos desenvolvidos na Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Vinhos Scortegagna e Indústria de Embutidos Pepinão, foi comprovado que a inclusão de óleo de linho ou de um *blend* de óleo de linho e óleo de canola na dieta dos suínos, nas últimas seis a sete semanas antes do abate, resulta em aumento substancial nos níveis de ácidos graxos ômega-3 na gordura intramuscular e no toucinho. A suplementação da dieta com óleo de canola e óleo de soja proporciona aumentos mais modestos no conteúdo de ácidos graxos ômega-3 na gordura corporal suína. Esta estratégia

resulta em redução da relação ômega-6/ômega-3 para valores de 10:1 até menos de 4:1, em contraposição aos 15:1 a 20:1 observados em condições de produção convencional. Essas alterações na composição da gordura favorecem a saúde dos consumidores, devido aos efeitos já conhecidos dos ácidos graxos ômega-3 e da baixa relação ômega-6/ômega-3 na saúde humana.

Na linha de aumento da estabilidade oxidativa, foram obtidos resultados positivos com a inclusão de bagaço de uva na dieta, com melhoria da cor da carne. Além disso, a suplementação com extrato de semente de uva na dieta reduziu a oxidação da gordura associada à carne logo após o processamento e durante o armazenamento. Outros efeitos positivos obtidos com a inclusão do bagaço de uva na dieta foram o aumento do conteúdo de ácidos graxos ômega-3 e a redução da relação ômega-6/ômega-3 na gordura suína, além de aumento da gordura intramuscular. A suplementação da dieta com vitamina E, como era de se esperar, aumentou o conteúdo de tocoferol total e a estabilidade oxidativa da carne. Embora os efeitos do bagaço de uva não tenham sido contundentes quanto à qualidade da carne, considerando os efeitos observados, seu uso em arranjos produtivos locais com integração da produção de vinho com a produção de produtos processados de suínos com alto valor agregado se mostra viável e interessante.

Nessa linha, pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, atendendo demanda de empreendedores da serra gaúcha, participaram de um projeto de cooperação técnica visando o desenvolvimento de um presunto curado brasileiro. Essa interação teve sucesso e resultou na consolidação de uma empresa comercial localizada no município de Flores da Cunha, no Rio Grande do Sul, que produz e comercializa o presunto curado suíno denominado Gran Nero, agregando ainda mais valor à carne suína, aproveitando os recursos naturais, gerando empregos e contribuindo com o desenvolvimento da região. Em 2019, foi editado o livro Estratégias Nutricionais para Melhoria da Qualidade da Carne Suína, no qual estão reunidos os resultados dos estudos conduzidos nessa linha por nossa equipe ao longo das últimas duas décadas, juntamente com uma análise dos resultados publicados na literatura nacional e internacional.

Nutrição de precisão e eficiência de utilização de nutrientes

O uso racional dos recursos naturais e a necessidade de redução do efeito poluente da suinocultura, em um cenário de elevada concentração na produção, têm sido uma preocupação do setor e uma cobrança da sociedade nas últimas décadas. Mais uma vez, a Embrapa atuou no sentido de oferecer soluções nutricionais para esses problemas, buscando aumento na precisão da

formulação de rações e redução do desperdício de nutrientes. Uma das abordagens para atingir esses objetivos, desenvolvida em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), envolve a formulação de dietas com níveis nutricionais reduzidos, baseadas em requerimentos nutricionais estimados por modelos matemáticos dinâmicos, específicos para cada genótipo, em vez de recomendações padronizadas provenientes de tabelas de nutrição.

Ficou demonstrado que, com a formulação de dietas de suínos em crescimento-terminação, com níveis de nutrientes reduzidos de acordo com as exigências estimadas pelo modelo InraPorc®, foi possível manter o nível de desempenho, qualidade da carcaça e qualidade da carne, com redução de 8 a 22% na lisina digestível e de 1 a 15% no fósforo total, em comparação com a formulação com níveis de nutrientes baseados em padrões recomendados pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Essa estratégia resultou em uma redução de 7% no custo da alimentação e de 24 e 15% na excreção de nitrogênio (N) e fósforo (P), respectivamente. Através do cálculo do ciclo de vida, também foi observado que o uso das dietas com níveis de nutrientes reduzidos diminuiu os impactos ambientais das mudanças climáticas e a ecotoxicidade terrestre em 4%, a acidificação e a eutrofização em 8 e 10%, respectivamente, e a ocupação da terra em 9%, mostrando-se uma importante alternativa para reduzir os custos ambientais da produção de suínos.

A estimativa das exigências de aminoácidos dos suínos MS115 x F1 foi obtida utilizando-se dois diferentes modelos, em trabalhos desenvolvidos em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Um dos modelos estimou as exigências de lisina digestível a partir da taxa de deposição diária de carne magra na carcaça, utilizando-se dados coletados na Embrapa, juntamente com os pressupostos do modelo para estimar os requerimentos de aminoácidos essenciais descritos no National Research Council (2012), e mostrou que as exigências de aminoácidos foram superiores às recomendações do National Research Council (2012) e similares às recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno, 2017) para suínos de alto potencial genético com desempenho regular-médio.

A outra metodologia utilizou o modelo matemático InraPorc® a partir dos dados de desempenho de suínos em crescimento-terminação. Ficou demonstrado que as exigências de lisina digestível do genótipo MS115 x F1 estavam abaixo dos níveis recomendados nas Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2011) e no National Research Council (2012), embora a taxa de crescimento estivesse próxima do desempenho de genótipos de alto potencial genético preconizado nas Tabelas Brasileiras e acima do desempenho preconizado no NRC. Por outro

lado, a avaliação das exigências de lisina digestível de leitões de creche MS115 x F1, estimadas com a utilização do modelo InraPorc® em parceria com a UFSC, demonstrou que as exigências desses leitões nesta fase foram superiores às recomendadas no National Research Council (1998) e nas Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2005). Portanto, os estudos desenvolvidos demonstraram que há diferenças importantes entre os diferentes modelos disponíveis para estimativa das exigências de aminoácidos para suínos e entre estes e as exigências médias estabelecidas nas tabelas de requerimentos nutricionais para suínos.

Com o uso do modelo InraPorc® também foram estimadas as exigências de aminoácidos de suínos resultantes da cruz MS115 x MO25C, em trabalho em parceria com a UFPR. Por ser preconizado para a produção de carne de qualidade superior aos genótipos industriais, esse genótipo apresenta crescimento mais lento e maior deposição de gordura. Exceto para a fase inicial, as exigências determinadas para esse genótipo mostraram-se inferiores às estimadas para os suínos MS115 a partir do mesmo modelo. Esses resultados demonstram a necessidade constante de ajuste nos níveis de nutrientes fornecidos nas dietas de suínos, com base em estimativas das exigências obtidas por métodos fatoriais, levando-se em conta fatores específicos de cada genótipo, como o potencial de desempenho, o consumo de alimento e a deposição de carne magra, bem como as necessidades específicas para a potencialização da qualidade da carne, em contrapartida ao uso de recomendações estáticas provenientes de tabelas de exigências nutricionais.

Novos ingredientes e fontes de proteína para leitões

A fase de creche, especialmente no seu início, é um período extremamente delicado na produção de suínos, pois, além do estresse do desmame, a imaturidade do sistema digestivo e a fragilidade do sistema imune, aliados à mudança no padrão e na textura da dieta, impõem desafios consideráveis aos leitões. Com a intensificação da taxa de crescimento proporcionada pelos ganhos genéticos, esses desafios têm se tornado mais prementes ao longo das duas últimas décadas. Além disso, há um apelo pela retirada dos antimicrobianos promotores de crescimento das dietas dos suínos, processo que está em curso no momento. Por isso, ingredientes altamente digestíveis e com propriedades funcionais, bem como aditivos que auxiliem no desempenho e na manutenção da integridade intestinal e do status sanitário dos leitões nessa fase, têm sido intensamente estudados. Uma grande variedade de ingredientes especiais de origem vegetal ou animal e de aditivos tem sido utilizada nas dietas pré-iniciais e iniciais de leitões.

A proteína concentrada de soja é um ingrediente de alta digestibilidade, obtido a partir de uma sequência de passos no processamento da soja, que resulta

em um produto livre de carboidratos indigestíveis, antígenos alergênicos e fatores antitripticos encontrados na soja integral e em alguns outros subprodutos da soja. Portanto, é esperado que a substituição de parte do farelo de soja da dieta dos leitões por proteína concentrada de soja resulte em aumento da digestibilidade da dieta, na redução dos danos à parede intestinal e, consequentemente, na melhoria do desempenho e na redução da incidência de diarreia após o desmame. No entanto, em trabalho desenvolvido na Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a UFRPE, a substituição de parte do farelo de soja por proteína concentrada de soja convencional ou submetida à hidrólise com protease nas dietas pré-inicial e iniciais não proporcionou ganhos adicionais no desempenho nem redução da incidência de diarreia. A razão para a falta de resposta provavelmente está relacionada aos elevados níveis de soro de leite em pó, ao óxido de zinco em níveis supranutricionais e ao ácido fumárico presentes em todas as dietas experimentais, os quais podem ter proporcionado um nível de digestibilidade e saúde intestinal suficientes para o bom desempenho dos leitões, sem a necessidade de substituição do farelo de soja por proteína concentrada de soja.

Portanto, a contribuição de novos ingredientes especiais para o melhor desempenho e saúde dos leitões na fase pós-desmame está condicionada à combinação de ingredientes e ao grau de complexidade das dietas já utilizadas. Seu uso deve ser cuidadosamente avaliado do ponto de vista de custo/benefício, pois muitas vezes concorrem para o encarecimento das dietas, porém sem ganhos adicionais.

Referências

ROSTAGNO, H. S. (ed). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2011. 251 p.

ROSTAGNO, H. S. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2017. 488 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10. th. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1998. 189 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11. th. Washington, D.C.: National Academies Press, 2012. 400 p. (Animal nutrition series).

Literatura recomendada

ALMEIDA, B. C. da S.; LUDKE, M. do C. M. M.; BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BERNARDI, D. M.; CUNHA JUNIOR, A.; COLDEBELLA, A. Growth performance, meat quality, and lipid oxidation in pigs fed diets containing grape pomace. **Applied Bioscience**, v. 3, p. 378–391, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/applbiosci3030025>.

BERNARDI, D. M.; BERTOL, T. M.; COLDEBELLA, A.; CUNHA JUNIOR, A.; ALMEIDA, B. C. S.; RODRIGUES, J. B.; ARELLANO, D. B.; GODOY, H. T.; MEINHART, A. D.; PARIS, L. D. de; SGARBIERI, V. C. Effects of dietary flaxseed oil with or without products with antioxidant properties on pig performance, carcass characteristics, meat quality, and oxidative stability. **Animal Production Science**, v. 62, n. 18, p. 1789-1804, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN21458>.

BERTOL, T. M. (ed.). **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína**. Brasília: Embrapa, 2019. 296 p.

BERTOL, T. M.; CAMPOS, R. M. L. de; COLDEBELLA, A.; SANTOS FILHO, J. I. dos; FIGUEIREDO, E. A. P. de; TERRA, N. N.; AGNES, I. B. L. Qualidade da carne e desempenho de genótipos de suínos alimentados com dois níveis de aminoácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 621-629, 2010.

BERTOL, T. M.; CAMPOS, R. M. L. de; LUDKE, J. V.; TERRA, N. N.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; COLDEBELLA, A.; SANTOS FILHO, J. I. dos; KAWSKI, V. L.; LEHR, N. M. Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat. **Meat Science**, v. 93, p. 507–516, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.012>.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; COLDEBELLA, A.; RECH, H. Nutritional value and prediction of digestible and metabolizable energy of full-fat deactivated soybeans for pigs. **Animal Bioscience**, v. 38, n. 1, p. 92-105, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5713/ab.23.0519>.

BERTOL, T. M.; SANTOS FILHO, J. I. dos; LUDKE, J. V.; TALAMINI, D. J. D. **Determinação da equivalência trigo, triticale e milho na formulação de rações para suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 20 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 566).

MONTEIRO, A. N. T. R.; BERTOL, T. M.; KESSLER, A. de M. Applying precision feeding to improve the nitrogen efficiency of swine production: a review of possible practices and obstacles. **Ciência Rural**, v. 47, n. 7, p. 1-9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr2160596>.

MONTEIRO, A. N. T. R.; BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, P. A. V. de; DOURMAD, J. Y.; COLDEBELLA, A.; KESSLER, A. M. The impact of feeding growing-finishing pigs with reduced dietary protein levels on performance, carcass traits, meat quality and environmental impacts. **Livestock Science**, v. 198, p. 162-169, 2017.

RECH, H; FRAGA, A. Z.; FRANCESCHI, C. H.; MARIANI, A. B.; OLIVEIRA, C. R. de; GALLI, G. M.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M-P; HAUSCHILD, L.; BERTOL, T. M.; ANDRETTA, I. Variability in distillers' co-product compositions and their nutritional availability for pigs: Insights from a systematic literature review. **Animals**, v. 14, p. 3455, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14233455>.