Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Avaliação de processamentos de grãos de milho e soja: benefícios e viabilidade da utilização para suinocultores

João Vitor Pessoa Fiório

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de: Bacharel em Engenharia Agronômica

Piracicaba
2020

JOÃO VITOR PESSOA FIÓRIO

Avaliação de processamentos de grãos de milho e soja: benefícios e viabilidade da utilização para suinocultores

Orientador:
Prof. Dr. Urbano dos Santos Ruiz (ESALQ/USP)

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Piracicaba
2020

Dedico este trabalho a meus pais, irmãos e demais familiares que sempre me apoiaram durante a graduação, sempre acreditando no meu potencial e a todos os colegas e amigos que estiveram comigo durante este período, contribuindo para o meu crescimento pessoal.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais e irmãos por sempre me apoiarem durante a graduação, dando apoio e suporte em todos os momentos em que precisei, acreditando e apoiando as minhas escolhas e decisões.

Aos demais familiares, em especial meus avós, que contribuíram tanto na minha educação e na minha decisão de profissão, passando inúmeros ensinamentos de vida que terei comigo sempre.

A minha república Coração de Mãe, por todo esse período de graduação no qual passei por diversos momentos difíceis, mas na maior parte do tempo por ótimos momentos, sempre ao lado de amigos que se tornaram irmãos e que estarão comigo sempre.

Ao Professor Urbano dos Santos Ruiz, meu orientador, pelo aprendizado passado durante todo o período de estágio, e por ajudar em todos os momentos que precisei na realização do trabalho.

Aos amigos e colegas que fiz desde o começo curso, pelos ótimos momentos passados juntos, mas também por ajudarem em momentos de necessidade.

Ao grupo PENSUI, pelo aprendizado durante o período de manejo e reuniões e pelas ótimas amizades e momentos de descontração que tive durante todo o período que estive no setor.

SUMÁRIO

RESUMO..... 6
1 INTRODUÇÃO 7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 9
2.1 Importância da Soja..... 9
2.2 Importância do Milho..... 10
2.3 Processamento de Grãos..... 11
2.4 Tostagem..... 12
2.5 Micronização..... 13
2.6 Extrusão da Soja..... 14
2.7 Extrusão do Milho..... 14
2.8 Peletização..... 15
2.9 Laminação..... 15
2.10 Floculação..... 15
3 METODOLOGIA..... 16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 17
4.1 Processamentos da Soja..... 17
4.2 Processamentos do Milho..... 24
4.3 Viabilidade do uso de processamentos para a Soja e o Milho..... 27
5 CONCLUSÕES 29
6 REFERÊNCIAS.....31

RESUMO

Avaliação de processamentos de grãos de milho e soja, benefícios e viabilidade da utilização para suinocultores

A suinocultura brasileira tem evoluído rapidamente e vem ganhando cada vez mais importância no mercado nacional e internacional. Atualmente o Brasil é destaque como país produtor e exportador de carnes e produtos suínos. A evolução no volume de produção e produtividade da suinocultura nacional nas últimas décadas é consequência de melhorias na cadeia produtiva do setor, sendo que a nutrição animal está em destaque. O processamento de grãos tem sido uma importante ferramenta na nutrição animal, uma vez que estes tendem a favorecer a disponibilidade dos nutrientes nos alimentos e aumentar a digestibilidade destes. Com isso, os processamentos além de melhorar o desempenho dos animais, podem aumentar o lucro dos produtores. Sabendo disso, o objetivo do trabalho foi demonstrar através de levantamento bibliográfico e orçamentário os benefícios que os processamentos do grão de soja e do milho podem trazer para o desempenho dos animais e a viabilidade de utilização desses processamentos ao produtor, comparando-os com os atuais ingredientes mais utilizados nas dietas de suínos no país, sendo estes o farelo de soja e o milho moído.

Palavras-chave: Custo-benefício, desempenho, digestibilidade, eficiência, grão de milho, grão de soja, processado.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor de suínos do mundo, estando atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos. O país também é destaque como exportador, ocupando a quarta posição entre os países com maior volume de exportação de carnes e produtos suínos (USDA, 2019). Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal, em 2019 a produção de carne suína no país foi de 3,98 milhões de toneladas, sendo que dessas, cerca de 19% foram destinadas à exportação (750 mil toneladas).

A suinocultura brasileira está evoluindo a cada ano, fato que pode ser demonstrado comparando o alojamento de matrizes com a produção total de carne suína. No período entre 2010 e 2019, a quantidade de matrizes alojadas passou de 2,41 milhões de cabeças para pouco mais de 2,01 milhões de cabeças, ou seja, houve uma diminuição de cerca de 17% na quantidade de matrizes alojadas. No mesmo período, a produção brasileira de carne suína saltou de 3,24 para 3,98 milhões de toneladas. Portanto, ocorreu um incremento de 23% na produção (ABPA, 2020). Desta forma, nota-se que houve uma melhora significativa na produtividade do rebanho brasileiro.

A produtividade de um rebanho é influenciada por diversos fatores como: sanidade, nutrição, nível técnico da produção, raça suína utilizada e qualidade genética dos animais, dentre outras variáveis. Melhorias nesses fatores geram incrementos diretos na produtividade do rebanho.

Nesse sentido, a nutrição animal é um dos fatores que teve grande incremento tecnológico desde meados do século XX, devido principalmente às inúmeras pesquisas conduzidas na área. Os resultados obtidos nos estudos e pesquisas permitiram a criação de diversos produtos e deram a oportunidade de utilizar novos ingredientes nas dietas suínas. Alguns desses ingredientes são subprodutos de outras produções agrícolas que antes eram descartados, contribuindo para aumento da eficiência e da sustentabilidade da atividade.

Além da utilização de novos ingredientes nas dietas, as pesquisas ajudaram a desenvolver novos processamentos para os ingredientes, principalmente os utilizados em grãos. O processamento de alimentos tem sido uma importante ferramenta para o setor de nutrição animal, uma vez que estes tendem a aumentar a digestibilidade, favorecer a disponibilidade dos nutrientes

nos alimentos e ainda podem ajudar a evitar a contaminação e deterioração por microrganismos. Com isso, o processamento, além de melhorar o desempenho dos animais, pode minimizar os custos da produção.

O custo de produção da suinocultura brasileira tem sido um dos fatores mais impactantes da atividade durante 2020, principalmente por conta do elevado preço do milho e do farelo de soja. De acordo com o Cepea, em 30 de outubro de 2020, o milho tinha preço médio a R$1.354,00/tonelada, para negócios realizados na região de Campinas (SP). No comparativo anual, o preço apresenta elevação de 57,7%, em termos reais (deflacionados pelo IGP-DI de outubro de 2020). O farelo de soja, muito usado como fonte proteica na nutrição dos suínos, segundo a Bolsa de Cereais de São Paulo, foi cotado a R$2.545,00/tonelada no dia 30 de outubro de 2020, na região de Rondonópolis (MT), patamar 90,3% acima da cotação real para o mesmo período de 2019.

Segundo dados da Embrapa Suínos e Aves (2019), o custo da alimentação dos animais representa cerca de 75% do custo total da produção de suínos. Desta forma, demonstra-se a importância da evolução de pesquisas e produtos no setor da nutrição animal, visando diminuir gastos com a alimentação, mas mantendo ou melhorando o valor nutritivo dos alimentos, que é fator primordial na qualidade final da carcaça dos suínos.

Dentre os ingredientes de dietas suínas, os que se destacam por sua ampla utilização são a soja e o milho, sendo a soja e seus derivados a principal fonte proteica na dieta e, o milho, como principal fonte energética. Por conter substâncias que prejudicam ou inibem a digestão e absorção de nutrientes pelo animal, conhecido como fatores antinutricionais, não é recomendado o fornecimento da soja crua (*in natura*) para os animais. Desta forma, o processamento da soja vem sendo amplamente utilizado, além do farelo de soja, já que uma das maneiras de se retirar os chamados fatores antinutricionais é com o processamento térmico, sendo estes processamentos: a tostagem, a extrusão, jet-sploder e a micronização.

Quanto aos processamentos do grão de milho, a moagem fina e grosseira ainda é amplamente utilizada em dietas. Porém, outros processamentos que têm como objetivo romper o tegumento do grão, aumentar a digestibilidade e a disponibilidade do amido, estão sendo cada dia mais difundidos, sendo esses

processamentos a extrusão por via úmida e seca, a peletização, a laminação e a floculação.

OBJETIVOS GERAIS

Demonstrar através do levantamento de dados bibliográficos os benefícios e a viabilidade econômica da utilização de alguns processamentos de grãos na produção suína, e compará-los quanto à variação no desempenho dos animais e ao custo e viabilidade da utilização destes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA SOJA

A soja *Glycine max* é uma espécie da família das leguminosas, originária da China, conhecida desde 2838 a.C. (BONATO & BONATO, 1987). A planta foi domesticada há cerca de cinco mil anos e, atualmente é considerada uma das plantas cultivadas mais antigas, sendo uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo.

A soja foi introduzida na Europa no início do século XVIII e nos Estados Unidos no início do Século XIX, quando então começaram de fato as pesquisas com essa planta oleaginosa e seu potencial para alimentação. Foi trazida ao Brasil no final do século XIX, porém passou a ter grande importância econômica no país apenas por volta de 1950, quando o desenvolvimento de novos cultivares permitiram a expansão da produção para diversas regiões do país.

Atualmente o Brasil é o maior produtor de soja no mundo, tendo produzido na safra 2019/2020 124.845 milhões de toneladas, o que corresponde a aproximadamente 37% da produção mundial (Embrapa, 2020). Segundo a Aprosoja, cerca de 70% de toda produção da soja é exportada na forma de grão ou após ser industrializada como farelo ou óleo. De toda soja produzida que segue para a industrialização, 21% do volume total de produtos industrializados correspondem ao óleo de soja. Os demais 79% representam o farelo de soja na maior parte e outros processamentos em uma menor escala, que são destinados à produção animal.

Na alimentação animal, sua importância se dá pelo fato da soja possuir uma fração proteica altamente significativa, que é utilizada na fabricação de ração. O grão da soja apresenta características similares as dos produtos

proteicos de alto valor nutritivo, pelo fato de conter quantidade suficiente de quase todos os aminoácidos essenciais em suas proteínas (COSTA et al., 2002).

O óleo e o farelo de soja são de extrema importância na produção animal. Segundo Lima et al. (2014), só os setores de avicultura e suinocultura consomem anualmente 86 e 83% da produção brasileira de farelo, óleo e rações, respectivamente.

Por existir essa grande demanda pelo farelo e óleo de soja, a procura por substitutos ou alternativas para esses ingredientes nas dietas está cada dia mais em destaque. A soja integral passou a ser encarada como importante matéria prima na fabricação de rações, por conter uma boa concentração proteica (36 a 40%) e lipídica (18 a 22%) (CARVALHO, 2006). Porém, por apresentar os fatores antinutricionais, existe a necessidade do tratamento térmico da soja integral para sua utilização na alimentação de não-ruminantes, o que levou ao desenvolvimento e utilização de diversos processamentos para o grão.

Os fatores antinutricionais presentes na soja são compostos que atuam como proteção natural da planta, sendo os principais: as saponinas, os inibidores de protease e as lectinas. Porém, quando ingeridos por animais monogástricos, esses compostos podem interferir no aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas pelo animal, além de desencadear efeitos fisiológicos não desejados, resultando em inibição de crescimento, hipoglicemia, flatulência ou danos a tecidos como pâncreas ou fígado (LIENER, 1981).

2.2 IMPORTÂNCIA DO MILHO

O milho *Zea mays* tem como centro de origem o México e a Guatemala, sendo que o primeiro registro de cultivo do milho data de aproximadamente sete mil anos atrás. Foi a cultura de maior importância para as civilizações pré-colombianas, que descobriram seu importante valor nutricional (LERAYER, 2006).

Com a chegada dos primeiros colonizadores europeus às américas no século XVI, iniciou-se a difusão dessa cultura por todo o mundo. Atualmente é a cultura com maior volume de produção em todo mundo, sendo que no ano de 2019 a produção mundial chegou a 1,1 bilhão de toneladas do grão. O Brasil apresentou no mesmo ano uma produção de 101 milhões de toneladas de milho,

sendo o terceiro maior produtor do grão no mundo, atrás apenas dos EUA e da China (USDA, 2020).

A produção animal é responsável pelo consumo de mais de 70% de todo milho produzido no mundo. Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (IEA), no ano de 2019 aproximadamente 74% de toda produção do grão no Estado foi destinada a alimentação animal, sendo que a avicultura de corte foi responsável pelo consumo de 40,3% do total, seguida pela avicultura de postura e pela suinocultura, que absorvem 19,5% e 14,7%, respectivamente.

O amido presente no milho e nos cereais constitui a principal fonte de energia para os animais monogástricos. Normalmente encontra-se na forma de grânulos formados por dois polímeros de glicose, a amilose (22% a 28%) e amilopectina (72% a 78%) (NUNES et al., 2014).

O amido presente no grão de milho em sua forma natural, possui elevada resistência a desintegração e consequente digestão pelos animais. Desta forma, a fim de aumentar a digestibilidade do grão de milho, alguns processamentos mínimos são necessários, como é o caso da moagem e tratamento com umidade e calor, que fazem com que a estrutura das cadeias, tanto de amilose quanto de amilopectina sejam desenoveladas, tornando-as mais susceptíveis à hidrólise e, consequentemente à digestão (PEDRENHO et al., 2007).

2.3 PROCESSAMENTO DE GRÃOS

O processamento de grãos vem sendo um importante aliado para nutricionistas e criadores de diferentes animais em todo mundo, tendo visto que os grãos constituem grande parte da dieta dos animais criados para o consumo humano e são responsáveis pela maior parte do custo de uma dieta.

Muitos tipos de processamentos físicos e químicos estão disponíveis para melhorar a digestibilidade dos grãos e o desempenho dos animais. De maneira geral, os fundamentos do processamento dos grãos são a melhoria da digestibilidade dos alimentos e/ou a conservação, o isolamento das partes específicas e a melhoria da palatabilidade ou detoxificação dos alimentos (POND et al., 1995).

Entre os diversos métodos de processamentos de grãos existentes, podemos diferenciar os processos a seco e os que envolvem a adição de água, frequentemente na forma de vapor e com elevada pressão (HALE, 1973). Como

exemplo de processamentos a seco, podemos citar a moagem fina ou grosseira, micronização, tostagem, peletização e laminação. Já entre os processos via úmida destacam-se a laminação a vapor, floculação, expansão e a extrusão.

A soja, por apresentar os fatores antinutricionais, não deve ser incluída em dietas na forma “in natura”. A inativação dos fatores antinutricionais ocorre impreterivelmente por aquecimento do grão, devido a maioria dessas substâncias serem termolábeis. Esse aquecimento geralmente varia entre 100 e 170ºC (MATEOS et al., 2002; CARVALHO, 2006). Além da inativação de fatores antinutricionais da soja, o processamento térmico ainda é importante pois provoca a ruptura da parede celular, liberando a proteína para o meio extracelular (COSTA et al., 2013).

Dentre os diversos tipos de processamento da soja, a tostagem por calor úmido ou por calor seco em tambor rotativo, a extrusão, jet-sploder e a micronização têm como objetivo manter o conteúdo lipídico do grão e, assim, desfrutar de seu valor energético principalmente para a formulação de dietas para animais que demandam máximo consumo de energia por grama de ração (FERRACIOLI, 2017).

O processamento do grão de milho tem como objetivo romper barreiras físicas naturais que dificultam sua digestão, sendo essas o tegumento, que é a película que envolve o grão, o complexo formado pela ligação entre a proteína e o amido e a solubilidade do amido. A moagem do grão de milho tem efeito positivo apenas na ruptura da película do grão, porém não afeta as demais barreiras físicas presentes no milho. Para que aconteça um melhor aproveitamento do grão, o milho deve passar por processamentos que utilizam de calor, para assim obter efeito positivo na disponibilidade do amido.

O aquecimento dos grãos na presença de água promove solubilização parcial do amido, quando os grânulos de amido perdem a cristalinidade (FRENCH, 1973; WANG et al., 1998). Segundo Hoover (2001), esse processo é denominado gelatinização e ocorre devido à quebra das ligações de hidrogênio entre as moléculas de amilose e amilopectina, permitindo a entrada de água dentro dos grânulos.

2.4 TOSTAGEM

Existem diferentes métodos para se realizar a tostagem do grão de soja, sendo os principais a tostagem por vapor úmido ou vapor seco em tambor rotativo. Esse tipo de processamento normalmente acarreta a elevada variação entre os níveis de processamento do grão. Isso pode ocorrer devido alguns fatores, sendo eles a quantidade, tamanho, umidade do grão e fonte de aquecimento (ex.: gás ou lenha) (LOON, 1997). Sendo assim necessária a análise de solubilidade proteica e o índice de atividade ureática para se saber o nível de processamento do grão.

Na tostagem por vapor seco, o grão é submetido a um cozimento com ar seco aquecido em temperaturas variando de 100 a 170ºC por 20 minutos, dependendo do tipo do equipamento. Já na tostagem por vapor úmido, inicialmente é feito um pré aquecimento do grão por vapor indireto (105°C) juntamente com o uso de um solvente para a retirada do óleo. Posteriormente, parte deste solvente é retirado com a aplicação de vapor direto e, por fim, o produto deste processo passa ao tostador, onde fica por cerca de uma hora em temperatura variando de 85 a 115°C, quando então o restante do solvente é retirado (LIMA et al., 2014).

2.5 MICRONIZAÇÃO

Existem alguns métodos distintos para se realizar a micronização em grãos de soja, sendo estes: moinhos com ar comprimido, nos quais a moagem acontece devido ao choque de partículas do próprio produto. Vapor, radiação, laminação e moagem; neste processo o vapor indireto aumenta o teor de água no grão, que posteriormente é aquecido com radiação infravermelha, o que faz com que ocorra a vaporização da água e, consequentemente acarrete o inchaço do grão e fissuras internas. Este então passa pela laminação para retirada de cascas e impurezas e, por fim, é realizada a moagem. Vapor, radiação e alta temperatura; neste o grão é exposto a um vapor indireto simultaneamente a uma radiação infravermelha, sob temperaturas que variam de 150 a 180°C, por 2 a 3 minutos, seguida de floculação. Descascamento, brunimento e moagem; primeiramente neste processo o grão é descascado. No brunimento é retirada a película que existe entre o cotilédone e a casca, responsável pelo gosto amargo. Por último é feita a moagem (LIMA et al., 2014).

2.6 EXTRUSÃO DA SOJA

Além de térmica, a extrusão pode ser considerada um processo mecânico, uma vez que um cilindro fricciona os grãos no cone extrusor e o atrito gerado expõe a fração lipídica da soja pela ruptura dos vacúolos lipídicos, o que favorece a digestão e a absorção da gordura pelos animais (CAFÉ et al., 2000).

O processo de extrusão pode ser feito por via seca ou via úmida. No primeiro, o grão de soja deve ser inicialmente moído e em seguida deve ser acondicionado na primeira porção da extrusora, onde a temperatura deve variar de 130 a 150°C, durante um período de 7 a 30 segundos. Em seguida, esse produto passa para um processo no qual o atrito e a pressão fazem com que ocorra o aquecimento e, assim, a inativação dos fatores antinutricionais ocorre. Por fim, o produto é resfriado por meio de tambor rotativo ou secador de grãos.

Na extrusão por via úmida, a diferença deste tipo de extrusão para a seca se dá pelo tipo de equipamento utilizado, já que neste, a temperatura entre 130-140ºC é atingida com a ajuda de condicionadores ou caldeiras, que liberam vapor d'água (LIMA et al., 2014).

2.7 EXTRUSÃO DO MILHO

Na extrusão do milho, as moléculas de amido presentes no grão são afetadas fisicamente pelo processo que ocasiona a gelatinização das mesmas e, com a exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais, favorece a ação digestiva e melhora a eficiência alimentar (KUBITZA, 1998).

Na extrusão via seca, os grãos de milho são submetidos a um processo de cozimento sob uma temperatura de 138 a 160°C e pressão de 20 a 40 atm, por no máximo 30 segundos. Ao passar pelo orifício, após a extrusora, a diminuição súbita da pressão faz com que o grão se expanda e re-hidrate, causando a gelatinização do amido e aumentando a superfície do grão (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986). No processo também ocorre a desnaturação de proteínas e destruição de microorganismos. Já na extrusão por via úmida, o que difere do primeiro método descrito é que o grão recebe água e vapor durante um condicionamento pré extrusão, com o intuito de se obter uma mistura homogênea, uniformemente umedecida e pré-aquecida.

2.8 PELETIZAÇÃO

O processo de peletização consiste em forçar o grão por meio de uma matriz, compactando-os em péletes. Durante o processo é adicionado vapor, elevando a temperatura do alimento para 60 a 82ºC, com o intuito de aumentar o teor de umidade do mesmo para 12 a 13% (NUNES et al., 2014). Neste processo é necessário um bom controle de todo o procedimento, pois com a inclusão de grãos ainda não processados no sistema, a temperatura dos demais pode ser afetada, diminuindo assim a qualidade do processamento e do produto final.

2.9 LAMINAÇÃO

A laminação do milho pode ser feita no sistema a seco ou a vapor. No processo, o grão incialmente recebe uma carga de vapor por 10 a 15 minutos, durante o qual a umidade do grão atinge 12 a 14%. Em seguida, os grãos são prensados por meio de passagem entre dois rolos sob alta pressão e vapor, os quais podem variar em tamanho, tipo de esmagamento e velocidade de passagem (NUNES et al., 2014).

2.10 FLOCULAÇÃO

Na floculação do grão de milho, inicialmente é aplicado vapor aos grãos por um período de 30 a 40 minutos. Neste momento, o grão deve atingir uma umidade de 20 a 24%. Em seguida, o grão segue para prensagem com temperatura entre 90 e 105°C. Neste processamento, além dos rolos laminadores, os grãos passam por um segundo par de rolos, ajustados de forma a comprimirem com maior intensidade os grãos, deixando-os com espessura próxima de 0,9 a 1,1 mm (PEREIRA e ANTUNES, 2007).

3 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico de trabalhos que citam o tema processamento de grãos, em particular o milho e a soja.

Com um levantamento orçamentário do custo de equipamentos e custo de rações e ingredientes de dietas, foi realizada juntamente com dados de desempenho de animais e benefícios de processamentos obtidos na literatura, a avaliação de viabilidade da implantação de processos na produção suína.

A partir das análises realizadas e do levantamento bibliográfico, o trabalho seguiu uma pesquisa descritiva, visando à comparação entre os processamentos de grãos com relação aos benefícios que podem gerar a produção e a viabilidade da utilização de cada um para os produtores rurais, tendo como base o levantamento orçamentário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PROCESSAMENTOS DA SOJA

A fim de comparar os diversos processamentos do grão de soja têm sobre o farelo de soja na alimentação suína, diversos experimentos foram conduzidos visando a obtenção de resultados satisfatórios de desempenho dos animais, sabendo-se que o grão de soja processado termicamente pode apresentar alguns benefícios quanto a digestibilidade, disponibilidade de nutrientes e presença de fatores antinutricionais, quando comparados com farelo de soja.

Com isso, um ensaio conduzido no Posto de Avaliação de Suínos de Piracicaba, pertencente ao Instituto de Zootecnia, no ano de 1991, teve como objetivo comparar a substituição do farelo de soja pela soja integral tostada. Desta forma, o grão de soja tostado (GST) substituiu peso por peso em base proteica o farelo de soja (FS) em níveis de 0, 25, 50, 75 e 100, assim formando 5 tratamentos. Neste ensaio foram utilizados 35 suínos machos castrados. O peso médio dos animais no início do ensaio era de 23,52 ± 2,13 e, ao final, após 70 dias, 85,81 ± 5,42.

Neste experimento, os animais foram avaliados durante as fases de crescimento e terminação. A soja grão processada foi tostada durante 30 minutos a 115ºC em um tostador misturador com bojo giratório, com aquecimento por meio de gás de cozinha e controle de temperatura (MOURA et al., 1991). Para avaliar a desempenho dos animais foram analisados os seguintes parâmetros: ganho de peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar e a carcaça foi avaliada mensurando a espessura do toucinho além da determinação da área de olho de lombo.

Na Tabela 1, estão os dados obtidos a partir deste ensaio:

Tabela 1. Dados médios de desempenho no período total de experimento (crescimento e terminação), ensaio comparativo farelo de soja e grão integral de soja tostado.

Tratamento	Ganho médio de peso g/dia	Consumo médio de ração g/dia	Conversão alimentar kg de ração/kg de ganho	Espessura do toucinho cm	AOL cm²
A 0	918	2840	3,10	3,60	30,97
B 25	889	2683	3,02	3,73	31,81
C 50	869	2637	3,04	4,07	28,63
D 75	893	2739	3,06	4,05	30,68
E 100	877	2602	2,97	3,91	30,10

Diferenças não significativas (P > 0,05) entre os tratamentos testados.

Fonte: MOURA, M.P. et al. Soja grão para suínos. II. Avaliação comparativa ao farelo de soja na fase de crescimento e terminação e qualidade da carcaça. – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 1991. Adaptado.

A partir dos resultados obtidos no ensaio, foi verificado que a utilização do GST substituindo o FS não alterou os parâmetros de desempenho de forma significativa. Não houve diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos quanto aos parâmetros consumo de ração e conversão alimentar, porém houve uma tendência de diminuição do consumo de ração quanto maior foi o teor de soja tostada na dieta. Quanto ao ganho de peso, os animais do tratamento no qual não houve a substituição do farelo de soja apresentaram melhor ganho diário.

Já na análise de carcaça, não foi observada diferença estatística entre os resultados obtidos, tanto de Espessura do toucinho como de Área de olho de lombo, entre os tratamentos do ensaio.

Assim, concluiu-se neste ensaio que a soja integral tostada pode substituir 100% o farelo de soja nas dietas, porém não havendo incremento no desempenho dos animais e na qualidade da carcaça. Sendo assim, considera-se importante um estudo de viabilidade econômica para a implantação deste processamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Fialho et al. (1991). Na ocasião, 48 suínos foram submetidos durante a fase de crescimento e terminação a dois tratamentos, sendo um deles com FS e outro com SIT. Neste estudo, a dieta foi balanceada a partir dos valores de proteína bruta. No experimento, observou-se que não ocorreu diferença significativa entre os

desempenhos dos animais com as duas dietas. Porém, ocorreu também a tendência de um menor consumo de ração com os animais alimentados com a soja tostada, assim como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Dados de desempenho, experimento comparativo farelo de soja com soja integral tostada.

	Dados de desempenho	
Parâmetros	Farelo de Soja	Soja Integral Tostada
Número de animais	23	24
Número de dias	82	82
Peso médio inicial, kg	27,1	26,4
Peso médio final, kg	99,9	89,6
Ganho médio diário, g	888	771
Consumo médio diário, kg	2,33	2,12
Conversão alimentar	2,62	2,76

Diferenças não significativas (P > 0,05) entre os tratamentos testados.

Fonte: FIALHO, E.T. et al. Utilização de soja tostada para suínos em crescimento e terminação. – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 1991. Adaptado.

Buscando comparar os processamentos de extrusão da soja e micronização com o FS na alimentação de suínos, Mendes et al. (2004) conduziram um experimento no qual foram utilizados 20 suínos machos castrados, mestiços. No experimento foram utilizados cinco tratamentos com quatro repetições cada, sendo que os alimentos avaliados foram FS, soja semi-integral extrusada, soja integral expandida e soja integral micronizada, os quais substituíram em 25% a dieta-referência (à base de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais).

A partir de coletas de fezes dos animais do experimento e de amostras dos ingredientes das dietas, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 3 e 4):

Tabela 3. Composição química e valores energéticos dos ingredientes analisados das dietas, com base na matéria natural. Itens avaliados: Matéria seca (MS), Energia bruta (EB), Energia digestível (ED), Proteína bruta (PB), Extrato etéreo (EE) e Fibra bruta (FB).

	MS %	EB kcal	ED kcal	PB %	EE %	FB %
Farelo de Soja	88,64	4204	3583	43,09	1,5	7,21
Soja semi-integral extrusada	93,43	4863	4065	42,18	10,8	9,1
Soja integral expandida	90,91	5061	3803	34,91	15,09	6,93
Soja integral micronizada	89,48	5533	5272	39,98	20,89	2,37

Fonte: MENDES, W.S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.56, p.207-213, 2004. Adaptado.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB) e extrato etéreo (CDEE) do farelo de soja (FS), soja semi-integral extrusada (SSIE), soja integral expandida (SIE) e soja integral micronizada (SIM).

Variáveis	FS	SSIE	SIE	SIM
CDMS	85,65±1,26b	81,85±0,49c	74,40±2,70d	93,23±3,39a
CDPB	90,78±2,47b	86,12±3,07c	73,87±0,56d	95,17±2,60a
CDEB	85,23±2,49b	83,59±0,72b	75,15±1,78c	95,29±0,77a
CDEE	69,29±3,88c	81,48±3,42b	80,44±5,65b	94,26±2,94a

Valores com letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

Fonte: MENDES, W.S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.56, p.207-213, 2004. Adaptado.

A partir destes resultados obtidos no experimento, foi observado que o farelo de soja foi o que apresentou maior valor de proteína bruta, porém apresentou o menor valor quanto à energia digestível, comparado com os demais processamentos da soja. Neste estudo, dentre os processamentos, o que apresentou o melhor valor de energia digestível foi a soja integral micronizada. Analisando os dados de coeficiente de digestibilidade aparente, também foi observado que a soja integral micronizada se mostrou superior aos demais processamentos. Neste caso, esta superioridade foi atribuída ao menor teor de proteína bruta e a eficiência do processo de micronização, que contribuíram para melhorar a acessibilidade dos nutrientes à digestão enzimática.

Em outro experimento, Ferracioli (2017) avaliou o desempenho e a digestibilidade de leitões desmamados alimentados com soja micronizada (SM). Para este estudo, foram avaliados efeitos de níveis crescentes de substituição de farelo de soja (FS) por SM (0, 25, 50, 75 e 100, em porcentagem de substituição do FS por SM). Quanto ao consumo e desempenho dos animais, foi observado no período total do experimento (dos 21 aos 63 dias de idade dos animais) que, quanto maior o nível de inclusão de SM na dieta, menor é o consumo diário de ração e, consequentemente menor o ganho diário de peso. Porém, no mesmo período não foi observado diferença na conversão alimentar entre os tratamentos do experimento (Tabela 5).

Tabela 5. Média de desempenho dos animais no período de 21 aos 63 dias de idade, de acordo com os níveis de inclusão de soja micronizada na dieta. Variáveis: Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA).

Variáveis	Tratamentos					Teste F
	0% SM	25% SM	50% SM	75% SM	100% SM	
CDR (kg)	0,76	0,72	0,68	0,64	0,60	P<0,01
GDP (kg)	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	P<0,01
CA	1,67	1,65	1,66	1,70	1,78	P>0,01

Fonte: FERRACIOLI, L.B., Desempenho e digestibilidade de leitões desmamados alimentados com soja micronizada. Tese (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa 2017. Adaptado.

Apesar dos resultados demonstrarem que os animais alimentados com níveis maiores de farelo de soja apresentaram consumo diário de ração maior e, consequentemente maior ganho de peso diário, mostrou-se também que é possível a substituição do farelo de soja por soja micronizada na alimentação de leitões desmamados. Isso ocorreu principalmente no período que vai até os 50 dias de idade dos animais, no qual foi comprovada pelo experimento metabólico uma melhora na digestibilidade da dieta.

No mesmo experimento ainda foi realizada uma análise bioeconômica das dietas, a qual chegou-se à conclusão de que a substituição de farelo de soja por soja micronizada é viável economicamente até o nível de 25%, sendo que neste

caso a economia chegou até a 6,84% com relação aos outros níveis de inclusão de soja micronizada na dieta.

Em outro estudo, Carvalho (2018) realizou um experimento para analisar o efeito residual da soja micronizada em suínos terminados. Assim, 70 animais foram tratados durante a fase inicial de vida com soja micronizada (substituindo o farelo de soja aos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100%) e, nas fases de crescimento e terminação, os animais receberam uma dieta única sem a inclusão de soja micronizada. O que se obteve como resultado foi que os animais tratados com 100% de farelo de soja durante a fase inicial de vida obtiveram melhores índices quanto à qualidade de carcaça ao final do período de terminação. As características de qualidade da carne não foram afetadas a nenhum nível de inclusão de soja micronizada na dieta.

Tabela 6. Média de desempenho dos animais no período de 64 aos 140 dias de idade, de acordo com os níveis de inclusão de soja micronizada na dieta da fase inicial de vida. Variáveis: Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA).

Variáveis	Tratamentos					Teste F
	0% SM	25% SM	50% SM	75% SM	100% SM	
CDR (kg)	2,46	2,35	2,36	2,35	2,29	P>0,05
GDP (kg)	0,98	0,94	0,96	0,96	0,94	P>0,05
CA	2,50	2,49	2,45	2,43	2,44	P>0,05

Fonte: CARVALHO, L.C., Efeito residual da soja micronizada em suínos terminados. Tese (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa 2018. Adaptado.

Com relação à viabilidade, neste experimento em questão, o tratamento no qual a substituição de farelo de soja por soja micronizada foi de 25% também foi o que obteve melhor custo-benefício, apesar dos melhores resultados de carcaça dos animais tratados com 100% FS na fase inicial de vida. Isso ocorreu, pois a quantidade de ração consumida compensou o menor ganho de peso deste grupo, ou seja, consumiu-se menos para obter um resultado similar de produção.

Para avaliar o desempenho de animais alimentados com soja extrusada substituindo 50% do fornecimento de farelo de soja na dieta de leitões (BERTOL

et al., 2001) realizaram um experimento no qual as dietas foram ajustadas para serem isocalóricas, tendo a seguinte composição (Tabela 7):

Tabela 7. Composição da dieta com base centesimal na matéria seca de milho, farelo de soja (FS) e soja integral extrusada (SIE). Concentração de Proteína bruta (PB) e Energia metabolizável da dieta (EM).

	Tratamento	
	FS	FS-SIE
Milho	41,707	38,115
Farelo de soja	32,536	16,26
Soja extrusada	-	22,395
PB, %	19,64	19,97
EM, kcal	3300	3300

Fonte: BERTOL, T.M. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. – Revista brasileira de zootecnia, v.30, pag.150-157, 2001. Adaptado.

Para cada tratamento do experimento, foram utilizados 28 leitões com aproximadamente 21 dias de idade, sendo que o período total de avaliação dos animais foi de 35 dias. Desta forma, foram obtidos os seguintes resultados de desempenho no período total de experimento (Tabela 8):

Tabela 8. Resultados de desempenho dos leitões de acordo com cada tratamento, no período de 35 dias do experimento. Variáveis: Peso médio inicial (PMI), Peso médio final (PMF), Ganho de peso diário (GPD), Consumo de ração diário (CRD) e Conversão alimentar (CA).

Variáveis	Tratamento		Teste F
	FS	FS-SIE	
PMI, kg	8,08	7,99	
PMF, kg	21,27	22,28	P<0,07
GPD, g	377	410	P<0,05
CRD, g	681	733	P<0,03
CA	1,81	1,81	P<0,85

Fonte: BERTOL, T.M. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. – Revista brasileira de zootecnia, v.30, pag.150-157, 2001. Adaptado.

A partir dos resultados obtidos no experimento, foi possível verificar que a substituição de 50% do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões após o desmame proporcionou melhor ganho de peso diário (GPD) (P<0,05) e aumento no consumo de ração diário (CRD) (P<0,03). Embora o

resultado não tenha sido significativo estatisticamente, a dieta FS-SIE proporcionou 1,0 kg a mais por leitão no peso ao final da creche. A conversão alimentar não foi afetada pela substituição do farelo de soja pela soja extrusada.

4.2 PROCESSAMENTOS DO MILHO

A fim de determinar a digestibilidade e o coeficiente energético do milho extrusado em relação ao milho comum moído (MOREIRA et al., 1994) conduziram ensaios de digestibilidade com leitões desmamados aos 21 dias. A composição química dos ingredientes utilizados nas dietas e os coeficientes de digestibilidade obtidos nos ensaios estão apresentados nas tabelas 9 e 10:

Tabela 9. Composição química e valor energético do milho comum e milho extrusado. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia brita (EB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB).

	MS %	PB %	EB Kcal	EE %	FB %
Milho comum	88,0	7,8	3900	2,9	2,0
Milho extrusado	94,0	8,5	4100	2,1	2,0

Fonte: MOREIRA, I. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. - Revista brasileira de zootecnia, v. 23, n. 6, p. 916-929, 1994. Adaptado.

Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes para leitões desmamados. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), coeficiente de digestibilidade energia bruta (CDEB), coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e coeficiente de digestibilidade da fibra bruta (CDFB).

	CDMS %	CDPB %	CDEB %	CDEE %	CDFB %
Milho comum	83,71	47,55	80,60	65,35	47,95
Milho extrusado	85,54	51,05	84,64	67,97	47,44

Fonte: MOREIRA, I. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. - Revista brasileira de zootecnia, v. 23, n. 6, p. 916-929, 1994. Adaptado.

Desta forma, a partir dos resultados obtidos neste ensaio, chegou-se à conclusão de que a digestibilidade do milho extrusado não diferiu do milho comum (P>0,05). Porém, apesar de não haver diferença estatística, é possível verificar um pequeno incremento nos valores da energia bruta e da proteína bruta

no milho extrusado com relação ao milho não processado. O incremento também ocorreu nos coeficientes de digestibilidade do milho extrusado.

Em outro experimento conduzido por Moreira (1994), obteve-se um resultado similar, porém com relação ao desempenho dos leitões. Na ocasião, foram utilizados os mesmos ingredientes do ensaio anterior, sendo que foi testada a substituição do milho comum por milho extrusado na dieta de leitões com 21 dias, nas proporções de 50 e 100%. O período total do experimento foi de 21 dias e os resultados de desempenho estão na tabela a seguir:

Tabela 11. Efeito do milho utilizado na dieta sobre o desempenho de leitões desmamados (21-42 dias).

	Dietas		
	Milho comum	Milho extrusado	MC + MEx
CDM (g/dia)	390,42	401,41	424,92
GDM (g/dia)	324,6	323,61	340,08
CA	1,21	1,24	1,25

Fonte: MOREIRA, I. et al. Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. - Revista brasileira de zootecnia, v. 23, n. 3, p. 412-421, 1994. Adaptado.

Neste experimento, foi observado que não houve diferença significativa entre os tratamentos (P>0,05) com relação ao consumo médio de ração, ganho médio de peso e conversão alimentar. Porém, foi possível verificar que a dieta que continha apenas milho extrusado apresentou resultados mais satisfatórios do que o milho comum. Já a dieta na qual a proporção dos dois ingredientes era de 50% cada, os resultados foram superiores que as demais dietas. Outro fator importante analisado foi que, a partir da análise de fezes dos animais, foi possível afirmar que houve um melhor aproveitamento do amido do grão pelos animais alimentados com o milho extrusado.

Outro importante processamento do grão de milho é a peletização. De Jong et al. (2012) comparou o fornecimento do milho moído com o milho peletizado para suínos na fase de crescimento e terminação, comparando também o fornecimento de diferentes granulometrias de partículas na dieta (320 µ e 650 µ). Assim, com a análise dos dados de desempenho dos animais, constatou-se primeiramente que o tamanho da partícula de milho não afetou o ganho de peso diário e o consumo de ração. Entretanto, os animais alimentados

com o milho de menor granulometria apresentaram melhor conversão alimentar e eficiência calórica.

Ainda neste estudo, os autores comprovaram que a dieta peletizada, apesar de apresentar um custo maior para o processamento e, assim, diminuição da receita, reduziu o custo da alimentação por kg e melhorou a resposta de desempenho dos suínos, quando comparada as dietas fareladas (com o milho moído apenas). A dieta farelada, neste caso, apresentou menor de ganho de peso diário, de peso final e de peso da carcaça quente, comparada a dieta peletizada.

Dentre os processamentos do milho, a floculação é a que apresenta melhores valores para a digestibilidade do amido, devido ao processamento ser mais eficiente em tornar o amido disponível, o que ocorre principalmente devido a gelatinização deste nutriente. A laminação do milho também apresenta resultados satisfatórios quanto a melhoria na digestibilidade do amido. A fim de demonstrar o desempenho destes processamentos na qualidade e disponibilidade do amido nas dietas Peres (2011) realizou um experimento no qual avaliou o desempenho de bovinos alimentados com milho moído, o laminado e o floculado, avaliando assim a digestibilidade do amido para cada um dos tratamentos. A composição bromatológica dos milhos processados de diferentes formas está representada na Tabela 12.

Tabela 12. Composição bromatológica dos milhos utilizados nas dietas, valores em % da matéria seca.

Item	M. moído fino	M. laminado	M. floculado
MS, %	90,53	88,35	89,87
PB, %	8,44	7,83	7,45
EE, %	0,98	0,54	0,78
FDN, %	8,55	13,37	13,38
FDA, %	8,32	6,56	5,66
NDT, %	84,28	78,61	86,32

Fonte: PERES, M.S. Processamento do grão de milho do tipo *flint* ou duro e adequação protéica em rações para bovinos em terminação – desempenho animal e digestibilidade do amido. Tese (Mestrado) - ESALQ-USP, Piracicaba 2011. Adaptado.

A partir da análise de fezes dos animais do experimento, chegou-se aos valores de digestibilidade do amido para o milho moído fino, milho laminado e milho floculado de 89,47; 83,43 e 94,79%, respectivamente. Com isso, os

resultados do experimento mostraram que a laminação do milho não apresentou desempenho melhor do que a moagem fina. Dentre os três processamentos, o que apresentou melhores valores de digestibilidade e desempenho animal foi a floculação.

Na alimentação suína, os trabalhos sobre utilização de milho floculado e milho laminado ainda são escassos. Porém, é possível observar a partir dos valores obtidos no experimento descrito acima que existe um potencial para a utilização desses processamentos do milho para se obter melhores desempenhos de animais e aumentar o aproveitamento dos ingredientes da dieta, no caso, o milho aumentando a digestibilidade e disponibilidade do amido presente no grão.

4.3 VIABILIDADE DO USO DOS PROCESSAMENTOS PARA A SOJA E O MILHO

A viabilidade do uso dos processamentos não depende somente de resultados satisfatórios de desempenho animal obtidos através de experimentos. Um dos principais fatores para se avaliar tal viabilidade é o custo de implantação do equipamento para o produtor ou o custo do grão processado no mercado.

A partir de pesquisa realizada sobre o custo de equipamentos de processamento de grãos no mercado, constatou-se que os equipamentos que possuem capacidade para processamento de grãos pequena, no caso entre 1000 kg e 2000 kg de grãos processados por hora, apresentam uma média de custo no mercado que varia entre R$ 50.000,00 até R$ 200.000,00.

Com o atual preço da soja (último trimestre de 2020) próximo dos R$70,00 a saca, como indica a fonte Cepea, o valor de produtos como o farelo de soja está próximo de R$2.500,00 a tonelada. Processamentos como a micronização e a extrusão da soja podem refletir em melhores aproveitamentos do ingrediente na dieta de suínos, assim como demonstrado nos experimentos citados acima. Com isso, um investimento em equipamentos como a extrusora ou a processadora, que realiza a micronização da soja, as quais demonstradas em experimentos serem mais eficientes que o farelo de soja na alimentação de suínos, podem ser compensatórios para produtores, tendo em vista que, apesar do processamento agregar valor ao ingrediente na dieta, também aumenta consideravelmente a eficiência e desempenho dos animais. Isso pode levar a um

maior lucro para o produtor, comparado com dietas que utilizam o farelo de soja, já que este ingrediente atualmente apresenta alto valor no mercado.

Quanto ao método de tostagem da soja, este mostrou-se levemente mais eficiente que o farelo de soja na alimentação de suínos, o que pode não compensar no atual cenário do grão no mercado, pois o ganho compensatório do processamento pode não acarretar em um lucro significativo ao produtor, levando-se em consideração o custo do processamento.

Os resultados obtidos em experimentos citados acima demonstraram que, alguns processamentos do milho comparados com a moagem do grão, que atualmente é o processamento mais comum nas dietas de suínos no país, não diferiram quanto ao desempenho dos animais. Sabendo disso, o investimento em equipamentos para o processamento do grão pode não compensar economicamente para os produtores. A exemplo da floculação, que apresenta ótimos resultados de digestibilidade do amido comparado a moagem, Mata et al. (2017), afirma que o método de floculação possui um alto custo e sua viabilidade é para grandes projetos que adotam grande quantidade de milho na dieta. Contudo, a peletização do milho foi um processamento que se mostrou mais eficiente que o milho moído e, com menor custo de utilização do ingrediente, quando comparado aos demais processamentos do grão.

5 CONCLUSÕES

Na alimentação de suínos com o uso da soja, verificou-se que os diferentes métodos de processamentos, além de contribuírem para a eliminação de fatores antinutricionais presentes no grão, contribuíram para melhorar a eficiência e desempenho dos animais, devido aos processos aumentarem a digestibilidade e disponibilidade de alguns nutrientes para os mesmos. Comparados com o farelo de soja, os processamentos que apresentaram melhores resultados foram a extrusão e a micronização. A tostagem do grão se mostrou levemente mais eficiente que o farelo de soja.

Com isso, analisando a viabilidade econômica dos processamentos, assim como descrito em alguns experimentos, a substituição do farelo de soja pela soja processada ao nível de 100% pode não ser lucrativa ao produtor. Porém, com a substituição parcial do ingrediente, o produtor pode, além de melhorar o desempenho dos animais, aumentar sua margem de lucro na produção. Desta forma, faz-se necessário um estudo econômico de cada caso para a implantação dos métodos de processamento.

Quanto a utilização do milho nas dietas, os métodos de processamento que utilizam calor e umidade apresentaram resultados superiores de digestibilidade do amido do grão, devido ao processo de gelatinização que ocorre. Contudo, quando comparados a alimentação de suínos com o milho moído, a utilização destes processamentos pode não se mostrar compensatória aos produtores, devido ao alto custo de implantação e por resultar em um leve incremento na eficiência e desempenho dos animais.

Desta forma, apesar de demonstrado que os processamentos do grão de soja e milho levam a um melhor aproveitamento destes ingredientes nas dietas de suínos, acarretando em resultados mais satisfatórios quando comparados a utilização de farelo de soja e milho moído nas dietas, a viabilidade de implantação e utilização destes processamentos para os produtores ainda é questionável. Assim, torna-se necessário a realização de um estudo mais aprofundado de cada caso, analisando variáveis como custo dos equipamentos, custo de insumos, custo de manutenção e utilização de equipamentos, capacidade de produção versus tamanho do rebanho e a possibilidade do produtor produzir os grãos.

Uma alternativa possível para os produtores rurais de pequeno e médio porte seria a utilização do sistema de cooperativas de produtores para a aquisição e/ou locação de equipamentos de processamento, possibilitando uma diluição do custo do (s) equipamento (s) entre produtores, fator este que costuma ser o maior empecilho para a utilização dos referidos processamentos.

6 REFERÊNCIAS

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório anual. – São Paulo, 2020. Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf

Aprosoja. **Associação brasileira dos produtores de soja.** A soja: economia. Brasília, 2018. Disponível em: https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/economia/

BCSP. **Bolsa de cereais de São Paulo.** Departamento de Agronomia, Economia e Estatística - Setor de Observação de Mercado, Boletim Informativo Diário da BCSP. Disponível em: http://www.bcsp.com.br/Boletim.asp

BERTOL, T.M.; MORAES. N.; LUDKE, J.V.; FRANKE, M.R. **Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões.** Revista Brasileira de Zootecnia, vol.30, no.1, p. 150-157, 2001.

BONATO, E.R.; BONATO, A.L.V. **A soja no Brasil: História e estatística.** Embrapa – CNPSo. Doc.21, 61 p. Londrina, 1987.

CAFÉ, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; MALHEIROS, E.B.; DEL BIANCHI M. **Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves.** Revista Brasileira de Ciências Avícolas, v.2, n.1, p.423-429, 2000.

CARVALHO, A.D. 2006**. Digestibilidade de dietas e metabolismo em frangos de corte e suínos alimentados com soja integral processada.** UFSM, 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

CARVALHO, L.C. **Efeito residual da soja micronizada em suínos terminados**. 2018. Tese (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa 2018.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.** Departamento de Economia, Administração e Sociologia, ESALQ – USP.

Indicador do milho. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho-npr.aspx

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.** Departamento de Economia, Administração e Sociologia, ESALQ – USP. Indicador da soja. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx

COSTA, E.M.S.; FIGUEIREDO, A.V.; LOPES, J.B.; RIBEIRO, F.B. SILVA, S.R.G.; ALMENDRA, S.N.O.; CARVALHO, D.U.; LIMA, D.C.P. **Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo grão integral e coprodutos da soja em ambiente com calor cíclico.** Rev. bras. saúde prod. anim. vol.14 no.4, 2013.

COSTA, S.J.; MYA, E. **Composição química e qualidade organoléptica das principais variedades de soja cultivadas no Brasil.** Divulgando a Pesquisa, v.1, n.8, p.1-3, 2002.

DE JONG, J.A.; DE ROUCHEY, J.M.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; DRITZ, S.S.; NELSSEN, J.L.; MCKINNEY, L. **Effects of corn particle size, complete diet grinding, and diet form on finishing pig growth performance, caloric efficiency, carcass characteristics, and economics.** Kansas State University Institutional Animal, 2012.

Embrapa Soja. **Soja em números (safra 2019/20).** Embrapa – CNPSo. Londrina, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos

Embrapa Suínos e Aves. Base de dados, Central de Inteligência de Aves e Suínos. Concórdia, 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo

FERRACIOLI, L.B. **Desempenho e digestibilidade de leitões desmamados alimentados com soja micronizada.** 2017. Tese (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa 2017.

FIALHO, E.T.; OLIVEIRA, P.A.V.; BARBOSA, H.P.; ABREU, J.L.M.; GIROTTO, A.F. **Utilização de soja tostada para suínos em crescimento e terminação.** Embrapa-CNPSa, ct. 168, p. 2, 1991.

FRENCH, D. **Chemical and physical properties of starch.** Journal of Animal Science, v.37, n.4, p.1048-1061, 1973.

HALE, W. H. **Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants.** Journal of Animal Science, 37:1075, 1973.

HOOVER, R. **Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review.** Carbohydrate Polymers. v.45, n.3, p.253-267, 2001.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados.** 3.ed. Campo Grande, MS, p.45- 47, 1998.

LERAYER, A. **Guia do milho – tecnologia do campo a mesa.** Conselho de Informações sobre Biotecnologia.15 p. 2006.

LIENER, I.E. **The nutritional significance of the plant lectins. In: Ory, R.L. Antinutrients and natural toxicants in foods.** Westport: Food & Nutrition Press. p.143-157. 1981.

LIMA, C.B.; Costa, F.G.P.; Ludke, J.V.; Júnior, D.M.L. **Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal**. Revista ACSA (Agropecuária Científica no Semiárido), v. 10, n. 4, p. 24-33, out – dez, 2014.

LOON, C.Y. **Fullfat soybean meal production and utilization.** American Soybean Association, v.3, n. 44, p. 37-45, 1997.

MATA, D.G.; MORAES, G.J.; LEAL, E.S.; FORMIGON, G.M.; COSTA, M.C.M.; NIWA, M.V.G.; KOZERSKI, N.D.; ÍTAVO, L.C.V. **Efeitos dos processamentos do milho sobre o desempenho de bovinos de corte terminados em confinamento.** Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2017.

MATEOS, G.G.; LATORRE, M.A.; LÁZARO, R. **Traitement de la graine de soja.** 2002. Disponível em: http://www.asaeurope.org/pdf/processsb_f.pdf

MENDES, W.S. et al. **Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento**. Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia, v.56, p.207-213, 2004.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L.; COSTA, P.M.A. **Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões.** Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 23, n. 3, 1994.

MOURA, M.P.; JÚNIOR, F.G.C.; CAMARGO, J.C.M.; GORNI, M. **Soja grão para suínos. II. Avaliação comparativa ao farelo de soja na fase de crescimento e terminação e qualidade da carcaça.** – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 1991.

NUNES, A.N.; SIMÕES, E.O.; FORMIGONI, A.S.; BRUSTOLINI, A.P.L.; SCOTTA, B.A.; FONTES, D.O. **O milho processado e diferentes técnicas de determinação do amido na alimentação de suínos.** Revista eletrônica nutri-me, Artigo 256 Volume 11 - Número 04– p. 3508- 3514 – 2014.

PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. **O milho na alimentação de gado de leite.** IV Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária, UFMG, p. 49-70. 2007.

PERES, M.S**. Processamento do grão de milho do tipo *flint* ou duro e adequação protéica em rações para bovinos em terminação – desempenho animal e digestibilidade do amido.** Tese (Mestrado) - ESALQ-USP, Piracicaba 2011.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding.** Ed. 4. Nova York, John Willey and Sons, p. 353-364, 1995.

ROONEY, L.W., PFLUGFELDER, R.L. **Factors affecting starch digestibility with special emphasis on shorghum and corn.** Journal Animal Science, 1986.

USDA. **United States Department of Agriculture.** Foreign Agricultural Service Database, 2020. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery

WANG, M.B.; LI, Z.Y.; MATTHEW, P.R.; UPADHYAYA, N.M.; WATERHOUSE, P.M. **Improved vectors for Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of monocot plants.** Acta Horticulturae, v.461, n.1, p.401-407, 1998.