

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Faculdade de Agronomia  
Bacharelado em Zootecnia

Brenda Santaiana Prato

**Metabolismo de suínos alimentados com dietas com óleo ácido e óleo  
degomado de soja**

Porto Alegre

2022

Brenda Santaiana Prato

**Metabolismo de suínos alimentados com dietas com óleo ácido e óleo  
degomado de soja**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Zootecnia  
da Faculdade de Agronomia da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

**Orientadora: Ines Andretta**

**Coorientadora: Gabriela Miotto Galli**

Porto Alegre

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

### CIP - Catalogação na Publicação

Santaiana Prato, Brenda  
Metabolismo de suínos alimentados com dietas com  
óleo ácido e óleo degomado de soja / Brenda Santaiana  
Prato. -- 2022.

35 f.

Orientadora: Ines Andretta.

Coorientador: Gabriela Miotto Galli.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Agronomia, Curso de Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,  
2022.

1. suinocultura. 2. digestibilidade. 3. óleo ácido.  
4. óleo degomado. 5. soja. I. Andretta, Ines, orient.  
II. Miotto Galli, Gabriela, coorient. III. Título.

Brenda Santaiana Prato

**Metabolismo de suínos alimentados com dietas com óleo ácido e óleo  
degomado de soja**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Zootecnia  
da Faculdade de Agronomia da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

**Orientadora:** Ines Andretta

**Coorientadora:** Gabriela Miotto Galli

**Aprovado em:** Porto Alegre,

BANCA EXAMINADORA:

---

Bruna Schroeder, Ma.  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Diogo Magnabosco, Dr.  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

*Concluir esta etapa, apesar de parecer um pequeno passo após trilhar um longo percurso, não é tão fácil quanto parece. Em um período atípico e difícil como os anos de 2021 e 2022 em que tivemos, por consequência de uma pandemia, que permanecer longe dos ambientes e pessoas que nos dão suporte ao longo dos dias. Ter a ciência de que sempre poderemos contar com quem amamos nos dá forças para prosseguir e dar novos passos para as etapas subsequentes.*

*Agradeço imensamente aos meus pais, Viviane Santaiana Prato e Marcos Vinicius Barreto Tavares agradeço pelo apoio e compreensão nos momentos mais difíceis ao longo desta caminhada. Aos meus avós, Marilene Santaiana Prato (em outro plano) e Dagoberto Canaparro Prato agradeço por sempre serem meu porto seguro, por me aconselharem e por sempre me incentivarem a continuar indo sempre mais longe. A minha segunda mãe, Ana Angélica Santos Oliveira, que se preocupa tanto com minha rotina e cuida de mim como ninguém. A minha terapeuta Ana Carolina Carvalho por estar sempre a postos e me auxiliar a enfrentar os dias mais caóticos.*

*Aos meus amigos Aline Maurina, Muller, Ana Paula, Gianastassio, Bruna Cony, Bruna Rocha, Danrlei Nogueira, Fernanda de Lucena Gouvêa, Jéssica de Oliveira Schuantz, Luísa Cardoso de Mello, Matheus Chaves e Rodrigo Melleu Ulian, por todo o apoio, amadurecimento e amizade ao longo da graduação e para além dela.*

*Ao laboratório LEZO, por todos os ensinamentos em meus 5 anos de permanência. As professoras Ines Andretta, Andréa Machado Leal Ribeiro, Priscila de Oliveira Moraes pelas orientações durante meus períodos de estágio, iniciação científica e de extensão. Pela amizade verdadeira que contempla além do caminho acadêmico, a vida. A Gabriela Miotto Galli pela co-orientação, disposição e incentivo nesta reta final de graduação.*

*Aos colegas e colaboradores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial Luciana Fogaça Monteiro que sempre se mostraram dispostos a sanar minhas dúvidas e me proporcionaram total apoio em todos os setores por onde estive.*

*“A atenção é a mais importante de todas as faculdades para o desenvolvimento da inteligência humana.”*

(Charles Robert Darwin)

## RESUMO

A utilização de subprodutos agrícolas como o óleo ácido é vista como uma alternativa economicamente sustentável e nutricionalmente viável por dar destino aos resíduos gerados a partir do processamento de grãos. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar se há diferenças no metabolismo e digestibilidade de suínos na fase de creche e crescimento que receberam dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja. Utilizou-se 16 suínos machos (Large White x Landrace), desmamados com aproximadamente 28 dias de idade inicial. Estes foram divididos aleatoriamente em dois grupos com oito repetições por grupo na fase de creche e crescimento, sendo identificados como: ODS – 3,5% de inclusão na creche e 2,7% de inclusão na fase de crescimento de óleo degomado de soja; OAS – 3,5% de inclusão na creche e 2,7% de inclusão na fase de crescimento de óleo ácido de soja. Amostras de ração, fezes e urina foram enviadas para análise de matéria seca, nitrogênio e energia bruta. Coeficiente de digestibilidade (matéria seca, proteína e energia) e metabolizabilidade (proteína e energia), foram calculados a partir dos dados obtidos (consumo de ração, produção de fezes/urina e análises bromatológicas das rações e fezes/urina). No final de cada experimento foi realizada a coleta de sangue de todos os animais para avaliar colesterol e triglicérido sérico. As análises estatísticas foram realizadas por meio de análise de variância interpretada a nível de 5 e 10% de probabilidade, seguidas por teste de Tukey para comparações. Não houve diferença entre tratamentos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, assim como para o balanço de energia e nitrogênio na fase de creche. Na fase de crescimento também não houve diferença para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, assim como para o balanço de energia. Porém, o óleo ácido de soja reduziu em 6% o nitrogênio ingerido e 13% o nitrogênio fecal comparado ao óleo degomado de soja ( $P=0,047$ ;  $P=0,033$ ). Constatou-se uma tendência de aumento nos níveis de triglicéridos no tratamento que recebeu óleo degomado ( $P=0,076$ ). Portanto, conclui-se que o óleo ácido pode ser uma alternativa sustentável em substituição ao óleo degomado, devido não ter alterado a digestibilidade dos nutrientes e, com isso, pode se reduzir os custos de produção de ração.

**Palavras-chave:** digestibilidade, óleo ácido, óleo degomado, soja, suinocultura.

## ABSTRACT

The use of agricultural co-products such as acid oil is seen as an economically sustainable and nutritionally viable alternative for disposing of waste generated from grain processing. Therefore, the objective of this research was to evaluate whether there are differences in the metabolism and digestibility of pigs in the nursery and growth phase that received diets with degummed oil and acid soybean oil. Sixteen male pigs (Large White × Landrace) were weaned at approximately 28 days of initial age. These were randomly divided into two groups with eight replications per group in the nursery and growth phase, identified as: ODS – 3.5% inclusion in the nursery and 2.7% inclusion in the growth phase of degummed soybean oil; OAS – 3.5% inclusion in the nursery and 2.7% inclusion in the growth phase of acidic soybean oil. Samples of feed, feces and urine were sent for analysis of dry matter, nitrogen and gross energy. Digestibility (dry matter, protein, and energy) and metabolizability (protein and energy) coefficients were calculated from the data obtained (feed consumption, feces/urine production, and bromatological analyzes of rations and feces/urine). At the end of each experiment, blood was collected from all animals to assess serum cholesterol and triglyceride. Statistical analyzes were performed using analysis of variance interpreted at 5% and 10% probability, followed by Tukey's test for comparisons. There were no differences between treatments for dry matter, protein, and energy digestibility coefficients, as well as for energy and nitrogen balance in the nursery phase. In the growth phase, there were also no differences for the digestibility coefficients of dry matter, protein, and energy, as well as for the energy balance. However, degummed oil reduced ingested nitrogen by 6% and fecal nitrogen by 13% compared to degummed soybean oil ( $P=0.047$ ;  $P=0.033$ ). There was a tendency for an increase in triglyceride levels in the treatment that received degummed oil ( $P=0.076$ ). Therefore, it is concluded that acid oil can be a sustainable alternative to degummed oil, as it has not altered the digestibility of nutrients and, therefore, can reduce feed production costs.

**Keywords:** digestibility, acidulated soapstock, degummed oil, soybean, pig production.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**FIGURA 1.** Evolução dos preços do grão de milho, ingrediente que compõe a ração animal.

**FIGURA 2.** Evolução dos preços do grão de soja, ingrediente que compõe a ração animal.

**FIGURA 3.** Fluxograma do processo de refino dos óleos e gorduras vegetais.

**FIGURA 4.** Óleo ácido de soja no decantador.

**FIGURA 5.** Óleo degomado de soja.

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1.** Rações utilizadas nas duas fases experimentais.

**TABELA 2.** Composição analisada dos principais ingredientes (milho, farelo de soja e óleo degomado e ácido de soja) das rações na fase creche.

**TABELA 3.** Composição analisada dos principais ingredientes (milho, farelo de soja e óleo degomado e ácido de soja) das rações na fase crescimento.

**TABELA 4.** Consumo das rações com óleo degomado e óleo ácido de soja em suínos na fase de creche.

**TABELA 5.** Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

**TABELA 6.** Balanço da energia de dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

**TABELA 7.** Balanço do nitrogênio de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

**TABELA 8.** Consumo das rações contendo óleo degomado e óleo ácido de soja em suínos na fase de crescimento.

**TABELA 9.** Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

**TABELA 10.** Balanço da energia de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

**TABELA 11.** Balanço do nitrogênio de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

**TABELA 12.** Colesterol total e triglicerídeos plasmáticos em suínos alimentados com dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja na fase de creche.

**TABELA 13.** Colesterol total e triglicérides plasmáticos em suínos alimentados com dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja na fase de crescimento.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCS	Associação Brasileira dos criadores de Suínos
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPR	Erro Padrão Residual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LEZO	Laboratório de Ensino Zootécnico
OAS	Óleo Ácido de Soja
ODS	Óleo Degomado de Soja
<i>P</i>	Probabilidade de Efeito do Tratamento
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
rpm	Rotações por minuto
SINDIRAÇÕES	Sindicato Nacional Da Indústria De Alimentação Animal

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
2.1 Panorama da suinocultura brasileira.....	13
2.1.1 Custos de alimentação na suinocultura .....	13
2.1.2 Processo de fabricação do óleo ácido e degomado de soja .....	15
2.1.3 Óleo ácido de soja .....	16
2.1.4 Óleo degomado de soja .....	17
2.1.5 Limitações do uso do óleo ácido de soja.....	19
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
3.1 Objetivo geral	20
3.2 Objetivos específicos	20
3.3 Hipóteses	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>21</b>
4.1 Animais, instalações e manejo experimental .....	21
4.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	21
4.3 Digestibilidade e metabolismo .....	24
4.4 Coletas de sangue .....	25
4.5 Análise estatística .....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
5.1 Digestibilidade e metabolismo creche.....	26
5.2 Digestibilidade e metabolismo crescimento .....	27
5.3 Metabolismo lipídico creche.....	29
5.4 Metabolismo lipídico crescimento .....	30
5.5 Discussão .....	30
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de subprodutos agrícolas é vista como uma alternativa economicamente sustentável e nutricionalmente viável por dar destino aos resíduos gerados a partir do processamento de grãos como a soja, por exemplo. No processamento do grão de soja é obtido um subproduto chamado de óleo ácido de soja (OAS), resíduo da produção de óleo de soja bruto. A obtenção do óleo ácido de soja é a partir da borra (“*soapstock*”) com adição de ácido sulfúrico para acidificação e decantação da porção sólida, durante o refino do óleo de soja. Devido ao seu baixo custo de processamento e por conter cerca de 70% de ácidos graxos na forma livre, este resíduo tem potencial para substituir o óleo de soja degomado utilizado como suplemento energético nas fábricas de rações para alimentação animal (LIPSTEIN & BORNSTEIN, 1968). Apesar deste ingrediente ser uma importante fonte alternativa de energia na indústria, ainda restam muitas questões a serem respondidas quanto a duração do seu período de validade, padronização de composição, quantidade de umidade e de impurezas. Características estas que influenciam fortemente num maior ou menor desgaste de equipamentos e em seu valor nutricional final.

Ao substituir o uso do óleo de soja, que tem alto valor agregado por ser também utilizado na alimentação humana, como fonte de energia nas rações para suínos por óleo ácido de soja em mesma proporção podem ocorrer perdas de desempenho (BORNSTEIN & LIPSTEIN, 1963; SKLAN, 1979; GAIOTTO et al., 2000). Isto se deve pela possibilidade de o OAS possuir menor valor energético em sua composição. Assim, pode ser encontrado uma menor quantidade de gordura total como triglicerídeos, característica esta que pode reduzir em até 9% a capacidade de absorção de ácidos graxos provenientes do ingrediente OAS e 6% em conversão alimentar em relação ao óleo de soja (BORNSTEIN & LIPSTEIN, 1963; LIPSTEIN & BORNSTEIN, 1968; ARTMAN, 1964). Na prática, as fábricas de ração desenvolvem estratégias utilizando fontes variadas de gordura conforme a sua disponibilidade e valor de mercado. No entanto, isso gera uma dificuldade para os nutricionistas em formular as dietas devido esta variabilidade na composição nutricional dos ingredientes, bem como, em adquirir resultados constantes a campo (VIEIRA, 2002).

Valores confiáveis de energia do OAS, principalmente metabolizável, são necessários para ampliação de sua utilização da nutrição animal. Dados estes que por não serem bem estabelecidos geram insegurança na inclusão deste óleo nas

dietas (VIEIRA, 2002). Com maior conhecimento acerca do impacto deste ingrediente é possível reduzir significativamente os custos de produção na suinocultura. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar se há diferenças no metabolismo e digestibilidade de suínos na fase de creche e crescimento que receberam dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja. Para melhor entendimento do modo de ação desses óleos, esse trabalho inicia com uma revisão bibliográfica e, posteriormente, com a explicação da execução, análise e discussão dos dados obtidos de experimentos de metabolismo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Panorama da suinocultura brasileira

A produção brasileira de carne suína ocupa a 4<sup>o</sup> posição no mercado mundial no século XXI. Somente no ano de 2021, foi gerado cerca de 31,40 bilhões de reais em valor bruto de receita (ABPA, 2022). Isto equivale a 4,70 milhões de toneladas de carne produzidas a partir de 2 milhões de unidades de matrizes alojadas. Exportamos para 86 países um montante de 1,13 milhões de toneladas de carne em forma de carcaças, cortes, miúdos, industrializados, embutidos, gorduras, tripas e cerdas, salgados, couros e peles, além de mantermos o abastecimento nacional com consumo *per capita* de 16,7 kg/habitante, cerca de 75,81% é destinado ao mercado interno (ABPA, 2022).

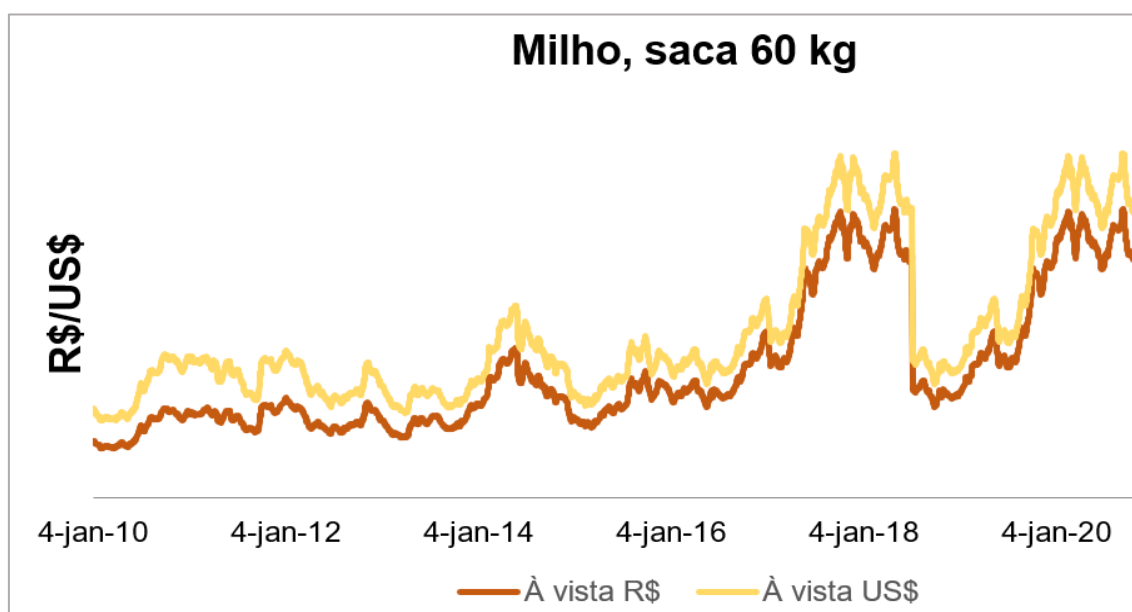
A produção do setor vem se mostrando resiliente e em crescimento, em termos de volume e receita, apesar do período desafiador enfrentado durante a pandemia de COVID-19, seguida de uma crise econômica mundial que se iniciou em 2020. Em contrapartida, mesmo com a crise da suinocultura que se iniciou no último ano, o abate de suínos de janeiro a março de 2022 foi maior em comparação ao mesmo período de 2020. Quando comparada com as demais carnes, a proteína suína foi a que mais cresceu (ABCS, 2022). O Rio Grande do Sul representa 20,72% do abate de suíno com SIF (Serviço de Inspeção Federal) de todo território nacional (MAPA, 2021). Portanto, isto demonstra a importância da suinocultura para o país.

#### 2.1.1 Custos de alimentação na suinocultura

O mercado de rações é um importante termômetro para as projeções da produção de proteína animal. Os preços dos principais grãos, milho (Figura 1) e soja (Figura 2), atravessaram um período com preços bastante inflacionados em nível global, por diversos fatores, inclusive climáticos, como por exemplo, a estiagem. No Brasil, o fator cambial, ou seja, a desvalorização do real em relação ao dólar ainda se tornou um agravante no valor final pago nos principais insumos (SINDIRAÇÕES, 2002). Os custos de produção da suinocultura vinham em uma

escalada de crescimento ininterrupta desde o final do primeiro trimestre de 2021, o que determinou um custo por kg/suíno vivo de cerca de R\$8,00 no sul do Brasil. Esta escalada no custo foi interrompida pela queda das cotações dos principais insumos. O aumento da demanda por óleo de soja impulsionou a produção de farelo, o que reduziu seu preço (ABCS, 2022). Vale ressaltar que é a partir do custo da ração que se sabe quanto aproximadamente vai chegar o preço do kg da carne ao consumidor final e apesar da suinocultura ter crescido 9,12% em volume de produção de carcaças em relação ao ano de 2021, que foi marcado por uma forte crise mundial, nenhuma outra proteína animal cresceu tanto nos últimos anos no Brasil (IBGE, 2022). Em média, desde 2015 até 2021, o preço da soja aumentou em mais de 140% e a composição de custos com nutrição atingiu 81,10% dos custos de produção do suíno vivo (EMBRAPA, 2021). Portanto, as margens de lucro estão cada vez menores e isso torna cada vez mais importante e necessário estratégias de redução de custos produtivos. A nutrição representa pelo menos 70% destes custos, assim a busca por novas matérias-primas será sempre o maior desafio dentro da cadeia (VIEIRA, 2002).

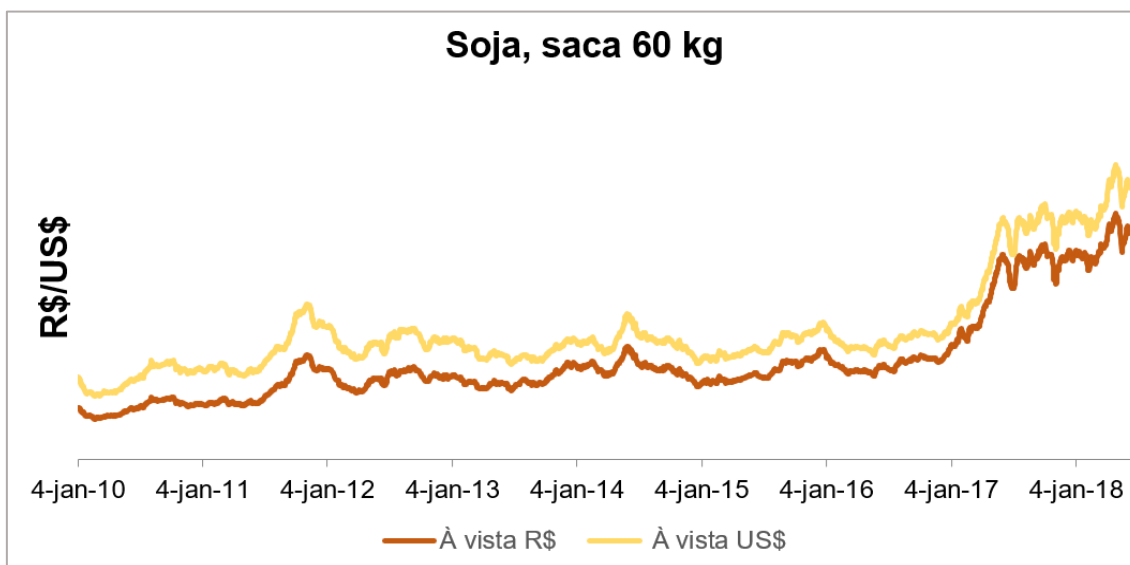
**Figura 1.** Evolução dos preços do grão de milho, ingrediente que compõe a ração animal.



FONTE: CEPEA 2022, elaborado pela autora.



**Figura 2.** Evolução dos preços do grão de soja, ingrediente que compõe a ração animal.



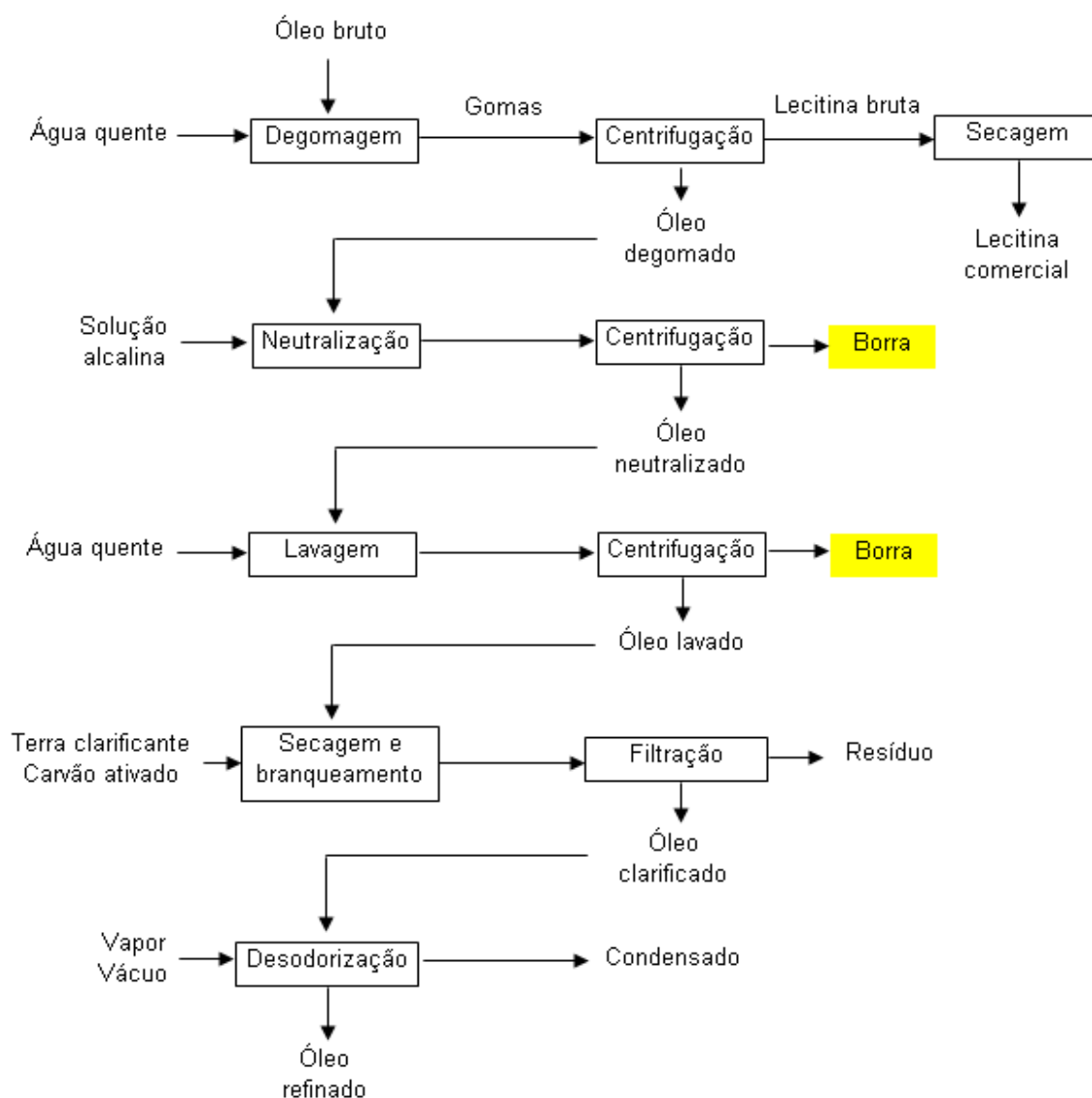
FONTE: CEPEA 2022, elaborado pela autora.

### 2.1.2 Processo de fabricação do óleo ácido e degomado de soja

A industrialização das sementes oleaginosas divide-se em duas partes importantes: a produção de óleo bruto e de torta ou farelo e o refino dos óleos brutos produzidos. O refino é um conjunto de processos (Figura 3) que visam transformar os óleos brutos em óleos comestíveis. Em sua maioria, os óleos e gorduras são destinados ao consumo humano. Por isso, o produto é submetido ao refino para melhorar a aparência, odor e sabor pela remoção do óleo bruto e de demais componentes como substâncias coloidais, proteínas, produtos de sua decomposição, ácidos graxos livres e oxidados, sais, polímeros, corantes (clorofila, xantofila, carotenóides), substâncias voláteis (hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas e ésteres de baixo peso molecular), substâncias inorgânicas (sais de cálcio, silicatos, fosfatos, entre outros, e umidade).

O refino, como é praticado no Brasil e fora dele, é uma mistura de processos físicos e químicos (HARTMAN & ESTEVES, 1989). As principais etapas do processo de refinação do óleo bruto de soja são: degomagem ou hidratação; neutralização ou desacidificação; branqueamento ou clarificação e a desodorização (MORETTO & FETT, 1998).

**Figura 3.** Fluxograma do processo de refino dos óleos e gorduras.



FONTE: Adaptado de Da Fré, 2009.

### 2.1.3 Óleo ácido de soja

O óleo ácido de soja é produzido a partir da acidulação da borra de soja, por meio da utilização de ácido sulfúrico. Ocorre uma quebra na emulsão, em que ela é separada nas fases aquosa e oleosa. A fase oleosa é chamada de óleo ácido e é normalmente utilizada como ingrediente na produção de ração para produção animal, além de ser matéria-prima para a indústria de ácidos graxos (PARK, 2008).

Uma fonte alternativa de gordura é o resíduo gorduroso da indústria de óleo de soja, também denominado de ácido graxo de soja, óleo ácido de soja ou de borra acidulada. Esta gordura é obtida a partir da borra de soja e em seu processo de obtenção, a temperatura, os produtos químicos adicionados e o tempo de armazenagem podem levar a diferentes estabilidades oxidativas do produto (NETO, 1996). Tem sido estudado como fonte de energia alternativa ao óleo de soja degomado (FREITAS, 2005).

**Figura 4.** Óleo ácido de soja no decantador.



FONTE: Da Fré, 2009.

#### 2.1.4 Óleo degomado de soja

O processo de degomagem tem a finalidade de remover da porção de óleo bruto de soja os fosfatídeos, as proteínas e substâncias coloidais a fim de produzir óleos crus que possam ser refinados, tanto por meio físico quanto químico, com a mínima contaminação ambiental possível. A degomagem é realizada para facilitar a armazenagem e o transporte do óleo cru, produzir fosfatídeos como subproduto de alto valor agregado, facilitar as etapas subsequentes como a neutralização alcalina que tem como propósito eliminar os ácidos graxos livres, o que traz um maior rendimento e qualidade de produção, com menor consumo. Além disto, diminuir a poluição de água ácida após a acidulação da borra. Por fim, o processo elimina os demais fosfatídeos e outros

compostos não desejados de forma mais eficiente para que se inicie o refino físico (MORETTO & FETT, 1998).

É adicionado de 1–3% de água no óleo aquecido a 60–70 °C e agitação durante 20–30 minutos. A partir disto forma-se um precipitado que é removido do óleo por meio de centrifugação em 5000–6000 rpm. As gomas obtidas possuem cerca de 50% de umidade e sofrem um processo de secagem sob vácuo a 70–80 °C (HARTMAN & ESTEVES, 1989). A degomagem deve ser realizada sempre antes da neutralização do óleo, que nada mais é do que uma parte do processo para eliminar os ácidos graxos livres, pois a lecitina presente, com suas propriedades emulsificantes, provocariam perdas consideráveis de neutralização (HARTMAN & ESTEVES, 1989)

**Figura 5.** Óleo degomado de soja.



### 2.1.5 Limitações do uso do óleo ácido de soja

O valor energético e a composição do óleo ácido de soja gerado pela indústria de óleos vegetais como suplemento dietético em rações para aves e suínos estão sujeitos a conter diferentes composições e isto está altamente relacionado com o processo de obtenção do produto, limitações dos equipamentos, entre outros (FERNANDES, 2002). Sabe-se que estudar suplementação de gorduras é muito complexo, pois envolve diversos fatores como o grau de saturação do óleo, comprimento das cadeias e composição destes ácidos graxos livres, como citado anteriormente, bem como nível de gordura incluída na dieta (RAVINDRAN, 2016).

Há no entanto uma limitação para o uso deste subproduto: a maior quantidade de ácidos graxos livres pode reduzir a digestibilidade, por sua baixa proporção em monoglicerídeos e diglicerídeos, que são compostos responsáveis por 50-70% da absorção de gordura em aves (BAVARESCO, 2020). A eficiência na formulação de rações é determinada por vários fatores, entre os quais é a precisão na determinação dos valores de composição dos alimentos e da energia. Portanto, no aspecto nutricional, o valor energético do óleo ácido de soja representa a maior incerteza, quanto a viabilidade e a eficiência do seu uso (VIEIRA, 2002). A falta de valores confiáveis parece ser o maior entrave para que os nutricionistas possam usar este subproduto com segurança, buscando a redução nos custos de formulação de rações para, principalmente aves e suínos (FREITAS, 2005).

Perdas de desempenho podem ser observadas quando ocorre apenas uma substituição simples de óleo degomado pelo óleo ácido de soja, sem fazer correções para os níveis de energia das dietas, em função da energia das fontes de gorduras utilizadas (GAIOTTO, 2000). Os resultados encontrados indicam diferença, para aves, entre a energia disponível dos óleos ácido e evidenciam a necessidade de determinar os valores energéticos dos óleos, para se obter uma maior precisão na formulação de rações (FREITAS, 2005). Conhecer as possíveis interações entre os fatores que podem influenciar na digestão de lipídeos é muito importante. Portanto, este trabalho visa contribuir para preencher esta lacuna, ao comparar o metabolismo e a digestibilidade de suínos

que receberam óleo ácido e degomado de soja, além de verificar se possível uma substituição do óleo degomado pelo óleo ácido.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o metabolismo de suínos na fase de creche e crescimento alimentados com dietas com óleo degomado de soja ou óleo ácido de soja.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Comparar o valor energético do óleo ácido com o óleo degomado de soja em dietas para suínos na fase de creche e crescimento.

Avaliar o metabolismo lipídico sérico de suínos que receberam o óleo ácido e o óleo degomado de soja.

#### **3.3 Hipóteses**

- Dietas com óleo ácido diferem das dietas com óleo degomado quanto ao seu efeito na digestibilidade dos nutrientes e no metabolismo de suínos na fase de creche;

- Dietas com óleo ácido diferem das dietas com óleo degomado quanto ao seu efeito na digestibilidade dos nutrientes e no metabolismo de suínos na fase de crescimento;

- Dietas com óleo ácido e degomado diferem nos níveis de triglicerídeos e colesterol de suínos na fase de creche;

- Dietas com óleo ácido e degomado diferem nos níveis de triglicerídeos e colesterol de suínos na fase de crescimento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Animais, instalações e manejo experimental

Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA - UFRGS), Brasil (39604).

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Ensino Zootécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEZO-UFRGS), em que se utilizou dois períodos de coleta: (I) fase de creche e (II) fase de crescimento. Foram utilizados 16 suínos machos cirurgicamente castrados, de linhagem comercial (Large White x Landrace), desmamados com aproximadamente 28 dias de idade inicial.

Os leitões recém desmamados foram alojados em 16 gaiolas de metabolismo (dois animais por gaiola nos primeiros dois dias, seguido de alojamento individual após este período). A fase inicial do experimento teve duração de 14 dias, sendo sete dias de adaptação e sete dias de coleta. O peso médio dos animais nesta primeira fase foi de 9,69 kg no início e 18,19 kg no final do período experimental. Após o primeiro período de coleta, os animais foram alojados em duas baias convencionais de piso concreto até atingirem o peso para a segunda etapa do projeto. A fase de crescimento iniciou quando os leitões atingiram 45,78 kg de peso médio. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo durante 12 dias, sendo cinco dias de adaptação e sete de coleta. Ao final da segunda fase experimental, os animais pesavam em média 60,99 kg.

### 4.2 Delineamento experimental e tratamentos

Cada tratamento contou com oito repetições de um animal cada. O número de repetições foi definido conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2016). O delineamento experimental foi completamente casualizado na fase de creche e em blocos casualizados no período de crescimento. As rações utilizadas neste experimento foram formuladas conforme as exigências nutricionais descritas nas

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011; Tabela 1). A mesma referência foi usada para composição dos ingredientes, exceto para farelo de soja, milho e os óleos, em que foi analisado o conteúdo total de energia, proteína e matéria seca tanto na fase de creche como na fase de crescimento (Tabela 2 e 3).

Assim, dois tratamentos foram testados tanto na fase de creche como de crescimento, definidos como: ODS – 3,5% de inclusão na creche e 2,7% de inclusão na fase de crescimento de óleo degomado de soja; OAS – 3,5% de inclusão na creche e 2,7% de inclusão na fase de crescimento de óleo ácido de soja.



**TABELA 1.** Rações utilizadas nas duas fases experimentais.

	Diets Experimentais	
	Creche	Crescimento
<b>Ingredientes, %</b>		
Milho	55,220	67,846
Farelo de soja	22,789	26,575
Soro de leite em pó	10,000	-
Plasma <i>spray-dried</i>	5,000	-
Óleo de soja <sup>1,2</sup>	3,553	2,718
Calcário calcítico	1,444	1,004
Fosfato (19%)	1,158	0,698
Premix vitamínico-mineral	0,500	0,500
Sal	-	0,413
DL-Metionina	0,096	0,042
L-Lisina HCL	0,196	0,173
L-Treonina	0,044	0,031
<b>Composição calculada</b>		
Proteína bruta, %	20,031	17,582
Lisina total, %	1,368	1,035
Lisina digestível, %	1,251	0,927
Energia metabolizável, kcal/kg	3400	3350
Cálcio total, %	0,879	0,575
Fósforo total, %	0,565	0,442
Fósforo digestível, %	0,421	0,279

<sup>1</sup>Óleo de soja degomado em substituição ao óleo de soja;

<sup>2</sup>Óleo ácido de soja em substituição ao óleo de soja.

**Tabela 2.** Composição analisada dos principais ingredientes (milho, farelo de soja e óleo degomado e ácido de soja) das rações na fase creche.

	Milho	Farelo de soja	Ração com óleo degomado	Ração com óleo ácido
Matéria seca <sup>1</sup> , %	86,2	87,03	88,36	88,24
Proteína bruta <sup>1</sup> , %	8,92	48,42	21,73	21,97
Energia bruta <sup>1</sup> , kcal/kg	3977	4184	4271	4267

<sup>1</sup> Valores com base na matéria seca (105 °C).

**Tabela 3.** Composição analisada dos principais ingredientes (milho, farelo de soja e óleo degomado e ácido de soja) das rações na fase crescimento.

	Milho	Farelo de soja	Ração com óleo degomado	Ração com óleo ácido
Matéria seca <sup>1</sup> , %	86,88	87,17	87,70	87,55
Proteína bruta <sup>1</sup> , %	8,69	48,47	18,79	17,82
Energia bruta <sup>1</sup> , kcal/kg	3986	4216	4086	4084

<sup>1</sup> Valores com base na matéria seca (105 °C).

#### 4.3 Digestibilidade e metabolismo

As gaiolas de metabolismo foram equipadas com bandejas para a coleta total de fezes e um sistema para coleta total da urina. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período de adaptação. No entanto, durante o período de coleta os animais receberam ração de acordo com seu peso metabólico (NRC, 2012; Zhang e Adeola, 2017) e era ofertado quatro refeições diárias (8, 11, 14 e 17 horas).

Durante estes períodos (creche e crescimento), a dieta fornecida foi quantificada e as amostras de alimentos foram coletadas, identificadas e armazenadas em um freezer para posterior análise. As fezes e urina foram coletadas duas vezes por dia (8:00 manhã e 17:30 tarde) em bandejas e sistemas de coleta instalados nas gaiolas. O início e o fim dos períodos de coleta foram definidos com o uso de um marcador indigestível (0,5% de óxido férrico na creche e 1,5% no crescimento) misturado nas dietas. Todas as amostras de

fezes e urina foram armazenadas em recipientes de plástico identificados pela unidade experimental e armazenados em um freezer há -20 °C.

No final do período experimental, as amostras de fezes e urina foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas. As amostras de cada unidade experimental foram secas e liofilizadas. Em seguida, as amostras de ração, fezes e urina foram analisadas para matéria seca (estufa a 105 °C), nitrogênio (método micro Kjeldahl), e energia bruta (bomba calorimétrica), conforme os procedimentos descritos pela AOAC (1990). Os coeficientes de digestibilidade (matéria seca, proteína e energia) e metabolizabilidade (proteína e energia), foram calculados a partir dos dados obtidos.

#### 4.4 Coletas de sangue

A coleta de sangue foi realizada ao final de cada período experimental por meio de punção na veia cava. Para reduzir a variação nos resultados, todos os animais foram alimentados oito horas antes das coletas e depois permaneceram em jejum até o procedimento. As amostras obtidas foram identificadas, centrifugadas e conservadas a -20 °C até análise laboratorial de triglicérido e colesterol.

#### 4.5 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do software Minitab 18. Os dados foram submetidos ao teste de *Ryan-Joiner* para avaliar sua normalidade de distribuição. Em seguida, a análise de variância foi realizada por meio do procedimento *General Linear Model* e após aplicado o teste de Tukey. A significância foi definida quando  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P > 0,05$  e  $\leq 0,10$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Digestibilidade e metabolismo creche

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao volume de ração ofertado, consumido e de sobras na fase de creche (Tabela 4).

**Tabela 4.** Consumo das rações com óleo degomado e óleo ácido de soja em suínos na fase de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Oferta, g/dia	898,54	886,80	39,80	0,565
Consumo, g/dia	803,10	758,41	89,28	0,334
Sobras, g/dia	95,43	128,40	75,99	0,400

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta não diferiram entre os tratamentos na fase creche (Tabela 5).

**Tabela 5.** Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Matéria seca, %	87,53	88,04	2,19	0,643
Proteína bruta, %	85,33	86,34	3,08	0,525
Energia, %	87,62	87,55	2,28	0,952

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

O balanço de energia e de nitrogênio não diferiu entre os tratamentos na fase inicial (Tabela 6 e 7).

**Tabela 6.** Balanço da energia de dietas com óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Ingerida, kcal/dia	3031	2856	336	0,315
Fecal, kcal/dia	374	355	75,7	0,633
Urinária, kcal/dia	51,2	54,9	11,9	0,660
E. digestível, kcal/kg	3307	3296	86,17	0,816
E. metabolizável, kcal/kg	3243	3226	88,63	0,699
Coef. de metaboliz., %	85,94	85,67	2,35	0,824
Metaboliz./Digestível, %	98,08	97,85	0,33	0,198

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

**Tabela 7.** Balanço do nitrogênio de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Ingerido, g/dia	24,67	23,52	2,77	0,420
Fecal, g/dia	3,60	3,21	0,78	0,340
Urinário, g/dia	0,71	1,06	0,52	0,202
Absorvido, g/dia	21,08	20,31	2,60	0,568
Retido, g/dia	20,36	19,25	2,54	0,397
Retenção/Absorção, %	96,61	99,77	2,47	0,159

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

## 5.2 Digestibilidade e metabolismo crescimento

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao volume de ração ofertado, consumido e de sobras na fase de crescimento (Tabela 8).

**Tabela 8.** Consumo das rações contendo óleo degomado e óleo ácido de soja em suínos na fase de crescimento.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Oferta, g/dia	2038,38	2041,13	101,51	0,958
Consumo, g/dia	2019,79	2012,80	107,48	0,898
Sobras, g/dia	18,59	28,33	14,35	0,196

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

**Tabela 9.** Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Matéria seca, %	89,16	89,81	0,96	0,194
Proteína bruta, %	87,55	88,55	1,45	0,192
Energia, %	88,77	89,12	1,07	0,528

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

**Tabela 10.** Balanço da energia de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Ingerida, kcal/dia	7238	7197	385	0,835
Fecal, kcal/dia	813	782	84,9	0,466
Urinária, kcal/dia	194	190	53,5	0,887
E. digestível, kcal/kg	3181	3186	38,22	0,784
E. metabolizável, kcal/kg	3085	3093	47,34	0,749
Coef. de metaboliz., %	86,09	86,49	1,32	0,549
Metaboliz./Digestível, %	96,97	97,06	0,82	0,842

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

E. digestível: Energia digestível; E. metabolizável: Energia metabolizável; Coef. de metaboliz.: Coeficiente de metabolizabilidade; Metaboliz./Digestível.: Metabolizabilidade/Digestível.

**Tabela 11.** Balanço do nitrogênio de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos na fase de crescimento.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Ingerido, g/dia	53,25	50,24	2,77	0,047
Fecal, g/dia	6,62	5,74	0,75	0,033
Urinário, g/dia	6,19	3,85	3,96	0,447
Absorvido, g/dia	46,63	44,51	2,81	0,152
Retido, g/dia	40,45	40,65	6,49	0,950
Retenção/Absorção, %	86,67	91,43	1,26	0,463

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta não diferiram entre os tratamentos na fase de crescimento (Tabela 9). O balanço da energia não diferiu entre os tratamentos na fase de crescimento (Tabela 10).

Observou-se que o uso do óleo ácido reduziu em 6% o nitrogênio ingerido e em 13% o nitrogênio fecal comparado ao óleo degomado de soja ( $P=0.047$ ;  $P=0.033$ ). Porém, não houve efeito dos tratamentos no nitrogênio urinário, absorvido, retido e na relação entre retenção/absorção (Tabela 10).

### 5.3 Metabolismo lipídico creche

Os tratamentos não diferiram quanto aos níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos na fase inicial (Tabela 12).

**Tabela 12.** Colesterol total e triglicerídeos plasmáticos em suínos alimentados com dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja na fase de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Colesterol total, g/dL	82,13	74,00	13,08	0,234
Triglicerídeos, mg/dL	28,63	24,50	5,22	0,137

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

#### 5.4 Metabolismo lipídico crescimento

Os tratamentos não diferiram quanto aos níveis plasmáticos de colesterol na fase de crescimento (Tabela 12). Porém, constatou-se uma tendência de aumento nos níveis de triglicerídeos no tratamento que recebeu óleo degomado (P=0.076).

**Tabela 13.** Colesterol total e triglicerídeos plasmáticos em suínos alimentados com dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja na fase de crescimento.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo degomado	Óleo ácido		
Colesterol total, g/dL	77,88	74,43	8,94	0,470
Triglicerídeos, mg/dL	30,13	21,14	9,00	0,076

EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade de efeito do tratamento.

#### 5.5 Discussão

Foi observado que o óleo ácido reduziu o nitrogênio ingerido durante a fase de crescimento. Isto pode ter ocorrido devido a diferenças no metabolismo do extrato etéreo. No entanto, isto foi um limitante da presente pesquisa, pois este fator não foi avaliado. Freitas et al. (2005) verificaram uma diferença no aproveitamento do extrato etéreo de dietas com óleo ácido entre pintos e galos e atribuíram isto a idade das aves. Outro fator que pode auxiliar no entendimento dos resultados pode ser um possível efeito do ingrediente na palatabilidade das dietas.



Apesar de não termos verificada diferença na digestibilidade, é sabido que conforme aumentamos a energia da dieta os animais reduzem seu consumo (MORAES et al., 2009). Deste modo, este fato pode ter ocorrido com os animais que receberam óleo ácido de soja. Porém, outros fatores podem influenciar no consumo do alimento como densidade, tipo de alimento, disponibilidade, temperatura ambiente, genética e desafio sanitário.

Raber et al. (2008) não verificaram diferença entre as concentrações de colesterol e triglicerídeos para frangos de corte que receberam óleo degomado e óleo ácido de soja. Desta forma, estes dados corroboram com o que encontramos na presente pesquisa. No entanto, a tendência de diminuição nas concentrações de triglicerídeos nos suínos que receberam óleo degomado pode ser resultado de uma diminuição nos sais biliares e até mesmo na enzima lipase pancreática, que é responsável por hidrolisar os triglicerídeos em diglicerídeos e ácidos graxos. Sklan (1979) observou uma menor proporção de micelas no intestino delgado de frangos de corte alimentados com óleo ácido, o que ocorreu em consequência da redução na capacidade de absorção deste óleo por causa da maior quantidade de ácidos graxos livres.

No presente estudo, acredita-se que a baixa inclusão do óleo na dieta foi o principal fator para explicar a semelhança estatística entre os tratamentos nas variáveis analisadas, dado que se avaliou a energia da dieta e não do ingrediente. O que demandaria a aplicação de uma metodologia experimental diferente da realizada, com por exemplo, substituições parciais do ingrediente em diferentes níveis. Cabe ressaltar a importância de que sejam realizados mais estudos acerca deste tema, especialmente na região Sul do Brasil, onde há uma ampla disponibilidade de subprodutos para serem explorados na alimentação animal. Deste modo, isto possibilita trazer maior eficiência produtiva, com menor impacto ambiental, melhor destino de resíduos, redução de custos de processos e logística, pela proximidade da indústria com as granjas suinícolas. Cabe ressaltar que o óleo ácido pode ser explorado para mais espécies de interesse zootécnico, ampliando sua utilização e trazendo mais opções para os nutricionistas.

## 5 CONCLUSÃO

O uso de óleo ácido de soja em rações para suínos não altera os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia da dieta. O balanço de energia e os níveis plasmáticos de colesterol total e triglicerídeos também não são influenciados pelo ingrediente.

Através dos resultados obtidos, observa-se que o óleo ácido é uma alternativa viável na suinocultura nas fases de creche e crescimento, principalmente no período de alta no valor de compra do óleo de soja. Também é uma forma de reaproveitamento deste material, pois é uma ótima fonte de energia, que se encontra em grande quantidade no Rio Grande do Sul devido ao aumento da produção das safras de soja, diminuindo assim o seu descarte e impactos ambientais, tornando mais sustentável a produção de suinocultura.

## 7. REFERÊNCIAS

ABCS – Associação Brasileira dos criadores de Suínos. **Boletim de Mercado/Maio 2022**, Brasília, DF. 2022. Disponível em: <<https://abcs.org.br/noticia/dados-de-abate-do-primeiro-trimestre-indicam-crescimento-da-oferta-em-2022-e-reforcam-as-causas-dos-baixos-precos-pagos-aos-produtores/>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de 2022**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. Washington: AOAC International. 1990.

ARTMAN N. R. Interactions of fats and fatty acids as energy sources for the chick. **Poultry Science**. Cincinnati, v. 43, n. 4, p. 994-1004, 1964.

BAVARESCO, C. et al. Performance, metabolic efficiency and egg quality in Japanese quails fed with acidulated soybean soapstock and lecithin for a prolonged period. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Pelotas, v. 92, 2020.

BORNSTEIN S, LIPSTEIN B. Some unusual waste vegetable oils as fat supplements in practical broiler rations. **World's Poultry Science Journal**, Rehovot, v. 19, n. 3, p. 172-184, 1963.

BRASIL, Federativa; Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**, Brasília, D. F. Acesso em, v. 5, n. 10, p. 2021, 2022.

COUNCIL, **Nutrient Requirement**. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2012.

FERNANDES, J. I. M.; FREITAG, A.; ROCHADELLI, R.; BURIN, A. M.; CORDEIRO, C. P. Soybean oil replaced by acidulated soapstock in broiler diets. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 2, p. 135-141, 2002.

FREITAS, E. R. et al. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 241-246, 2005.

GAIOTTO JB, MENTEN J. F. M., RACANICCI A. M. C., LAFIGLIOLA MC. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 2000.

HARTMAN, L.; ESTEVES, W. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia: São Paulo, 1989.

LIPSTEIN, B.; BORNSTEIN, S. Lack of interference between dietary acidulated soybean soapstock and calcium in chicks and laying hens. **Poultry science**, v. 47, n. 6, p. 1905-1911, 1968.

MORAES, M. L. et al. Comparison of the effects of semi-refined rice oil and soybean oil on meat oxidative stability, carcass yield, metabolism, and performance of broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Porto Alegre, v. 11, p. 161-167, 2009.

MORETTO, E. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Ed. Varela, 1998.

NETO, G. J. Uso de ácidos graxos em alimentação de aves. In: REUNIÃO TÉCNICA NUTRON, III, Campinas, **Anais**. Campinas: Nutron, p. 6-8, 1996.

PARK, J. et al. Production of biodiesel from soapstock using an ion-exchange resin catalyst. **Korean Journal of Chemical Engineering**., v. 25, n. 6, p. 1350-1354, 2008.

RABER, M. R. et al. Performance, metabolism and plasma levels of cholesterol and triglycerides in broilers chickens fed with acidulated soybean soapstock and soybean oil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1730-1736, 2008.

RAVINDRAN V. et al. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology**, Palmerston North, v. 213, p. 1-21, 2016.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2nd<sup>a</sup> ed., 262 p. Jaboticabal, Brazil: Funep, 2016.

SINDIRAÇÕES - Sindicato Nacional Da Indústria De Alimentação Animal. **Boletim informativo do setor maio/2022**. Disponível em: < [https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2022/05/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_maio\\_2022\\_vs\\_final\\_port\\_siindiracoes.pdf](https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2022/05/boletim_informativo_do_setor_maio_2022_vs_final_port_siindiracoes.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2022.

SKLAN D. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: synthesis of monoglycerides in the intestine. **Poultry Science**, Rehovot, v. 58, n. 4, p. 885-889, 1979.

VIEIRA, S. L. et al. Energy utilization of broiler feeds formulated with acidulated soybean soapstock. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Porto Alegre, v. 4, p. 1-13, 2002.

ZHANG, F.; ADEOLA, O. Techniques for evaluating digestibility of energy, amino acids, phosphorus, and calcium in feed ingredients for pigs. **Animal Nutrition**, West Lafayette, v. 3, n. 4, p. 344-352, 2017.