

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal



Dissertação

**AÇÚCAR E MELAÇO EM DIETAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE: PROCESSAMENTO,
DIGESTIBILIDADE E METABÓLITOS SANGUÍNEOS**

Fernanda Ascencio Pace

Araquari, 2019

Fernanda Ascencio Pace

**AÇÚCAR E MELAÇO EM DIETAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE: PROCESSAMENTO,
DIGESTIBILIDADE E METABÓLITOS SANGUÍNEOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador:

Vanessa Peripolli – Dr.

Coorientador (es):

Fabiana Moreira – Dr.

Juahil Martins de Oliveira Júnior – Dr.

Araquari, 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

P115a Pace, Fernanda Ascencio Pace
Açúcar e melão em dietas para leitões na fase de
creche: Processamento, digestibilidade e metabólitos
sanguíneos / Fernanda Ascencio Pace Pace;
orientadora Vanessa Peripolli; coorientadora
Fabiana Moreira; coorientador Juahil Martins de
Oliveira Júnior. -- Araquari, 2019.
42 f.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, Programa de Pós-
graduação em Produção e Sanidade Animal, Araquari,
2019.

1. Peletização. 2. Temperatura. 3.
Gelatinização. I. Peripolli, Vanessa, II. Moreira,
Fabiana. III. Júnior, Juahil Martins de Oliveira.
IV. Instituto Federal Catarinense. Programa de Pós-
graduação em Produção e Sanidade Animal. V. Título.

Fernanda Ascencio Pace

Açúcar e melaço em dietas para leitões na fase de creche: Processamento, digestibilidade e metabólitos sanguíneos

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 08/07/2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vanessa Peripolli (Orientador)

Pós-Doutora em Ciências Animais pela Universidade de Brasília

Prof. Dr. Lucélia Hauptli

Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria

Dedico à minha família e meu marido, por serem exemplo.

Agradecimentos

Aos meus pais, por tanto amor e pelo cuidado com minha educação e formação. Vocês se orgulham tanto por cada novo passo, que me motivam a ir mais longe e ser uma pessoa melhor. E também aos meus irmãos e toda minha família Ascencio, Pace e seus agregados por igualmente me apoiarem e comemorarem cada conquista.

Ao meu marido, Luiz Carlos Brandalise. Sua companhia e parceria tornou este processo mais leve. Me fez sentir confiante e feliz.

À minha orientadora, Prof. Vanessa Peripolli, por toda atenção, dedicação e respeito com que conduziu a orientação e por ampliar minha zona de conforto, sempre recomendando sugestões para enriquecer o trabalho.

Aos co-orientadores, professores Fabiana Moreira e Juahil Martins de Oliveira Júnior por todas orientações prestadas, pela disponibilidade e apoio no desenvolvimento desta dissertação.

A todos que compõem o Núcleo de Extensão e Pesquisa em Produção Animal (NEPPA) do Instituto Federal Catarinense - *Campus Araquari*, pela ajuda durante a fase experimental do projeto, em especial à Julia Helena Montes sempre muito prestativa e comprometida com este trabalho.

À empresa Polinutri Nutrição Animal, por oportunizar a realização deste mestrado, reforçando inovação como forte valor de sua ideologia.

Resumo

PACE, F.A. **Açúcar e melaço em dietas para leitões na fase de creche: Processamento, digestibilidade e metabólitos sanguíneos** 2019. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2019.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da temperatura de peletização (60°C ou 90°C) e do tipo de ingrediente com ação palatilizante (açúcar ou melaço líquido) sobre parâmetros físico-químicos da ração, ganho de peso, digestibilidade dos nutrientes da ração e metabólitos sanguíneos em leitões na fase de creche. Foram utilizados 32 leitões (machos e fêmeas) recém-desmamados, distribuídos aleatoriamente nos tratamentos experimentais em arranjo fatorial 2x2. Todos os animais receberam a mesma dieta basal, fornecidas à vontade. Após adaptação, foram realizadas as coletas parciais de fezes durante cinco dias, para análises de digestibilidade. Para avaliação de desempenho, os animais foram pesados aos 28, 35, 40 e 63 dias de idade. As coletas de sangue foram realizadas no início e no final do experimento. Os dados foram submetidos a análise de variância para testar o efeito da temperatura de peletização e o tipo de ingrediente com ação palatilizante e suas interações e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Houve interação entre os ingredientes com ação palatilizantes e a temperatura de peletização sobre a durabilidade do pelete, o teor de finos e o índice de gelatinização do amido ($P < 0,05$) das rações. A peletização a 90°C aumentou a durabilidade do pelete no tratamento com melaço. O teor de finos foi reduzido nos tratamentos com temperatura de peletização 90°C e aumentou nos tratamentos com melaço. Houve aumento da gelatinização do amido com açúcar à 90°C. O tipo de ingrediente com ação palatilizante e a temperatura de peletização não influenciaram os teores de amido resistente e amido não resistente ($P > 0,05$). O índice de amido total foi maior nos tratamentos utilizando o açúcar. O uso do melaço promoveu maior digestibilidade da energia bruta (EB) e da matéria mineral (MM) e a peletização à 90°C, aumentou a digestibilidade do Ca, P e MM ($P < 0,05$). Não houve efeito do tipo de ingrediente com ação palatilizante e da temperatura de peletização sobre o ganho médio diário de peso, o ganho de peso total, colesterol de alta densidade (HDL), colesterol total, triglicérides, ureia e albumina, entretanto, houve interação sobre a enzima gama-glutamiltransferase (GGT) ($P < 0,05$), onde o uso de melaço reduziu os níveis de GGT na dieta com peletização à 60°C. Portanto, o melaço pode substituir o açúcar como ingrediente com ação palatilizante das rações em leitões de creche, sem afetar o ganho de peso os níveis dos metabólitos sanguíneos dos animais, promovendo maior digestibilidade de energia bruta e da matéria mineral, embora tenha alterado as características físico-químicas da ração. O melaço permitiu explorar maiores temperaturas de peletização (90°C) no processamento da ração, aumentando a digestibilidade de Ca, P e MM das dietas.

Palavras-chave: temperatura; peletização; gelatinização.

Abstract

PACE, F.A. **Sugar and molasses on nursery piglets diets: Processing, digestibility and blood metabolites.** 2019. 42f. Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2019.

The aim of this study was to evaluate the effect of pelleting temperature (60 or 90°C) and the ingredient with palatant action type (sugar or molasses) on the physico-chemical traits of the ration, weight gain and blood metabolites of nursery piglets and the digestibility of dietary nutrients. Thirty-two recently-weaned piglets (male and female) were randomly assigned to experimental treatments in a 2x2 factorial arrangement. All animals received the same basal diet, provided *at libitum*. After adaptation, partial fecal samples were collected for digestibility analyzes during 5 days. For weight gain evaluation, the animals were weighed at 28, 35, 40 and 63 days of age. Blood samples were taken at the beginning and at the end of the experiment. The data were submitted to analysis of variance to test the effect of pelleting temperature and the ingredient with palatant action type and their interactions and the means compared by the Tukey test at 5% probability of error. There was interaction between pelleting temperature and the ingredient with palatant action type on the durability of the pellet, the fines content and the starch gelatinization index ($P < 0.05$) of the rations. Pelletizing at 90°C increased the durability of the pellet in treatment with molasses. The fines content was reduced in treatments with pelleting temperature at 90°C and increased in treatments with molasses. There was increase of the starch gelatinization with sugar at 90°C. The pelleting temperature and the ingredient with palatant action type did not influence the levels of resistant and non-resistant starch ($P > 0.05$). The total starch index was higher in treatments using sugar. The use of molasses promoted higher digestibility of crude energy and mineral matter and pelleting at 90°C, increased the digestibility of Ca, P and MM ($P < 0.05$). There was no effect of pelleting temperature and the ingredient with palatant action type on average daily weight gain, total weight gain, high density cholesterol (HDL), total cholesterol, triglycerides, urea and albumin, however, there was interaction on the gamma-glutamyltransferase (GGT) enzyme ($P < 0.05$), where the use of molasses reduced GGT levels in the pelleted diet at 60°C. Therefore, molasses can replace sugar as an ingredient with palatant action of feed in nursery piglets, without affecting weight gain and levels of blood metabolites of the animals, promoting greater digestibility of crude energy and mineral matter, although it had altered the physical-chemical characteristics of the ration. Molasses allowed to explore higher pelletizing temperatures (90°C) in the feed processing, increasing the digestibility of Ca, P and MM of the diets.

Keywords: temperature; gelatinization; pelleting.

Lista de Tabelas

Tabela 1	Ingredientes e composição química das rações experimentais dos leitões na fase de creche	21
Tabela 2	Efeito da interação entre o tipo de palatabilizante e a temperatura de peletização sobre as características físicas e químicas da ração.....	25
Tabela 3	Efeito do tipo de palatabilizante e da temperatura de peletização sobre composição do amido da ração	26
Tabela 4	Efeito do tipo de palatabilizante e da temperatura de peletização sobre o ganho de peso e o ganho médio diário de leitões na fase de creche e sobre o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes	27
Tabela 5	Efeito do tipo de palatabilizante e da temperatura de peletização sobre os metabólitos sanguíneos de leitões na fase de creche	28
Tabela 6	Efeito da interação entre o tipo de palatabilizante e a temperatura de peletização sobre a enzima gama-glutamyltransferase (GGT)	29

Lista de Abreviaturas e Siglas

Ca	Cálcio
CDCa	Coeficiente de digestibilidade do cálcio
CDEB	Coeficiente de digestibilidade da energia bruta
CDFB	Coeficiente de digestibilidade da fibra bruta
CDMM	Coeficiente de digestibilidade da matéria mineral
CDMS	Coeficiente de digestibilidade da matéria seca
CDP	Coeficiente de digestibilidade do fósforo
CDPB	Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta
CV	Coeficiente de variação
EB	Energia Bruta
FB	Fibra Bruta
GGT	Gama-Glutamiltransferase
GMD	Ganho de Peso Médio Diário
GPT	Ganho de Peso Total
HDL	Colesterol de alta densidade
MS	Matérias seca
P	Fósforo
PDI	Índice de Durabilidade do Pelete
PTB	Palatabilizante
TP	Temperatura de peletização
T60A	Tratamento com temperatura 60°C e açúcar
T90A	Tratamento com temperatura 90°C e açúcar
T60M	Tratamento com temperatura 60°C e melaço
T90M	Tratamento com temperatura 90°C e melaço

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	1
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos	15
3	AÇUCAR E MELAÇO EM DIETAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE: PROCESSAMENTO, DIGESTIBILIDADE E METABÓLITOS SANGUÍNEOS	16
3.1	Introdução	17
3.2	Material e Métodos.....	19
3.2.1	Delineamento experimental	19
3.2.2	Fabricação das dietas	20
3.2.3	Ensaio de digestibilidade dos nutrientes	22
3.2.4	Análise do ganho de peso	22
3.2.5	Análise dos metabólitos sanguíneos.....	23
3.2.6	Análises estatísticas.....	23
3.3	Resultados	25
3.4	Discussão	30
3.5	Conclusão	34
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
5	REFERÊNCIAS	28

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

O Brasil é o 4º maior produtor de carne suína no mundo, produzindo cerca de 3,76 milhões de toneladas no ano de 2017, com aumento de produção de 0,8% em relação ao ano de 2016. Deste total, Santa Catarina foi responsável por produzir 26,83%, sendo o 1º no ranking brasileiro. Além disso, o Brasil é o 4º maior exportador mundial com 693 mil toneladas exportadas (EMBRAPA, 2018).

Os custos para a intensificação da produção estão principalmente relacionados a nutrição dos suínos, a qual representa 65 a 70% do custo total de uma granja, por este motivo é interessante o uso de novas tecnologias que otimizem o aproveitamento dos nutrientes pelos animais e aumentem os índices zootécnicos (Duran et al., 2017).

As dietas de suínos são compostas de maneira simplificada por 20 a 30% de farelo de soja como fonte proteica, 50 a 60% de milho como fonte de energia e 10 a 30% por aditivos, minerais, vitaminas e demais matérias primas (Rodrigues, 2017). Sendo assim, observa-se que a maior parte da ração corresponde à adição do carboidrato proveniente do milho, em forma basicamente de polissacarídeos (Pupa et al., 2005).

O principal polissacarídeo dietético é o amido, presente em grandes quantidades nos grãos de cereais, formado por um polímero de glicose em ligações α -glicosídicas, possuindo dois constituintes principais, a amilose (15-30%) e a amilopectina (70-85%). Estas duas cadeias são compostas por 24 a 30 moléculas de glicose, sendo a primeira, composta por uma cadeia glicosídica reta e a segunda, ramificada (Bertechini et al., 2004).

A digestão do amido é realizada principalmente pelas enzimas α -amilase e a maltase, porém, níveis satisfatórios da amilase para esta digestão somente são encontrados no intestino delgado de leitões a partir de 28 dias de idade, ou seja, no início da fase de creche (Moreira et al., 2001). Por este motivo, as formulações de dietas para esta fase devem levar em consideração a fisiologia do aparelho digestivo

dos leitões, devido a elevada exigência energética para o crescimento (Kummer et al., 2009).

O consumo de um leitão na fase de creche representa apenas 2,6% do total de ração até o abate, entretanto o seu desempenho pode influenciar em até 30% o ganho de peso dos animais até o abate, evidenciando a importância de considerar a alimentação nesta fase, com a máxima relação custo-benefício ao longo da vida do animal (Tofoli et al., 2016). O uso de palatabilizante na dieta dos leitões é uma das formas de maximizar o consumo de alimento, visando atender as exigências diárias de nutrientes dos animais, fornecendo-lhes condições necessárias para expressar todo o seu potencial genético (Costa, 2001).

Outra forma seria a submissão dos ingredientes da dieta a processamentos que melhorem a digestibilidade do amido, como por exemplo a peletização (Pupa et al., 2005). A peletização é um processo mecânico, onde ocorre a aglomeração de pequenas partículas através do calor úmido e da pressão de uma prensa de pelete em partículas grandes. Sob aquecimento, inicia-se o processo de quebra das pontes de hidrogênio, que unem as frações internas do amido, desaparecendo sua estrutura cristalina e granular. As cadeias de amido liberadas absorvem a água disponível, provocando o intumescimento dos grânulos, que aumentam de tamanho, e este processo é denominado “gelatinização” (Cichello et al., 2008).

Os tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão causam o rompimento da matriz proteica que recobre e encapsula o grânulo de amido e aumentam a sua eficiência de utilização (Honorato et al., 2013). Este aumento, favorece a desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina facilitando a ação das enzimas, aumentando a digestibilidade dos carboidratos, assim como das proteínas por alterar suas estruturas terciárias (Dozier, 2001).

O amido entra no processo de gelatinização entre 60 e 70°C de acordo com a fonte e o tipo de grânulo (Food Oregon State, 2006). Entretanto, para a obtenção de todos os efeitos benéficos e garantir a gelatinização do amido, a peletização deve

ocorrer à no mínimo 82°C (Falk et al., 1985). Steidinger et al. (2000), observaram que no processamento térmico da peletização com temperaturas de 60, 68, 77, 85 e 93°C em dietas complexas, o ganho de peso máximo em leitões recém desmamados foi observado quando foi utilizada temperatura de peletização de 77°C. Entretanto, temperaturas elevadas tornam os peletes rígidos, não sendo bem aceitos pelos animais, provocando redução do consumo (Maskan, 2011).

Por isto, em rações complexas contendo ingredientes de melhor digestibilidade, açúcares e produtos lácteos, a temperatura da peletização não deve ser superior a 60°C, para evitar a reação de Maillard, que consiste na ligação de aminoácidos e açúcares (Mavromichalis & Baker, 2000). Esta reação causa efeitos negativos na ração, como escurecimento não enzimático, redução da solubilidade das proteínas e comprometimento da digestibilidade (Brião et al., 2011).

Para contornar esta situação, algumas alternativas vêm sendo aplicadas para a substituição do açúcar como palatabilizante, partindo do princípio que os suínos preferem açúcares simples na seguinte ordem: sacarose, frutose, maltose, lactose, glicose e galactose (Glaser et al., 2000). Uma destas alternativas seria a adição do melaço (açúcar de cana-de-açúcar - *Saccharum officinarum*) composto principalmente por sacarose, glicose e frutose, após o processo de peletização (Bünzen et al., 2008).

O melaço ou também chamado de mel final, é o principal subproduto da indústria do açúcar da cana-de-açúcar, sendo produzido na proporção de 40 a 60 quilos por tonelada de cana-de-açúcar processada. Utilizado, principalmente, na fabricação de álcool etílico, sendo aproveitado em outros processos biotecnológicos como matéria-prima para a produção de proteína, rações, levedura prensada para panificação, antibióticos, entre outros (Alcarde, 2018).

A produção de cana-de-açúcar, na safra 2017/18 foi de 633,26 milhões de toneladas oriunda de uma área colhida de 8,73 milhões de hectares, gerando em torno de 10,54 mil toneladas de melaço (CONAB, 2018). Pela disponibilidade de matéria prima, o melaço já vem sendo utilizado em rações de várias outras espécies de

animais, como bovinos, ovinos, caprinos e equinos. Porém, não há muitos relatos da sua inclusão como palatabilizante nas rações de suínos, sendo assim, a pulverização do melado líquido sobre os peletes de rações após o processo de peletização, pode ser uma alternativa para explorar o processo de gelatinização do amido com o uso de altas temperaturas de peletização evitando reações indesejáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito da temperatura de peletização (60°C ou 90°C) e do tipo de ingrediente com ação palatilizante (açúcar ou melaço líquido) sobre parâmetros físico-químicos da ração, ganho de peso, digestibilidade dos nutrientes da ração e metabólitos sanguíneos em leitões na fase de creche.

2.2 Específicos

- Avaliar a durabilidade do pelete, o teor de finos, o índice de gelatinização do amido e a composição do amido da ração;
- Medir o ganho de peso total e ganho médio diário de peso dos leitões;
- Calcular os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, da energia bruta, da fibra bruta, da matéria mineral, do cálcio e do fósforo;
- Determinar os níveis séricos de colesterol de alta densidade (HDL), colesterol total, triglicerídeos, ureia, albumina e enzima gama-glutamilttransferase (GGT).

3 AÇUCAR E MELAÇO EM DIETAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE: PROCESSAMENTO, DIGESTIBILIDADE E METABÓLITOS SANGUÍNEOS

Autores

Fernanda Ascencio Pace^{1,2}, Julia Helena Montes³, Maiko Giorgi Philippe³, Luiz Felipe Pereira Ramos³, Francisco Mateus Matos Clementino³, Fabiana Moreira¹, Juahil Martins de Oliveira Júnior¹, Ivan Bianchi¹, Vanessa Peripolli¹

¹Mestrado profissional em Produção e Sanidade Animal (PPGSA), Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, Santa Catarina, Brasil.

²Polinutri Nutrição Animal, Maringá, Paraná, Brasil.

³Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, Santa Catarina, Brasil.

3.1 Introdução

Os custos para a intensificação da produção suinícola estão principalmente relacionados a nutrição dos animais, a qual representa 65 a 70% do custo total de uma granja. Por este motivo se faz interessante o uso de novas tecnologias que otimizem o aproveitamento dos nutrientes pelos animais e maximizem os índices zootécnicos (Duran et al., 2017).

Dentro da cadeia produtiva suína, a fase de creche período que compreende 42 dias (de 21 a 63 dias de idade do leitão) influencia diretamente a capacidade de desenvolvimento subsequente dos leitões na terminação (Kummer et al., 2009). Sendo assim, a maximização do consumo de ração nesta fase resulta em maior ganho médio diário de peso e interferem positivamente na fase de crescimento e terminação, podendo reduzir em até quatro dias a idade do abate dos animais (Tofoli et al., 2016). Quanto ao custo-benefício da ração fornecida aos leitões nesta fase, têm-se observado que em relação ao custo do arraçoamento, a ração peletizada promove uma redução de 17,5% no custo do Kg de peso vivo de suínos comparado à dietas fareladas, aumentando a lucratividade da produção (Costa, 2006).

A eficiência alimentar devido a peletização é o resultado da combinação de umidade, calor e pressão, que gelatinizam ou rompem a estrutura das partículas dos alimentos, melhorando a utilização dos nutrientes (MORAN et al., 1987). Este processamento térmico da ração, promove a gelatinização do amido quando submetido à no mínimo 82°C, promovendo melhoria na digestibilidade dos nutrientes (Falk et al., 1985).

Entretanto, a inclusão de açúcares como palatabilizante nas dietas para leitões limita a temperatura de peletização (máximo 60°C) para evitar a ocorrência da reação de Maillard, que pode tornar tanto a proteína quanto o carboidrato indisponíveis e descaracterizados quando submetidos a altas temperaturas. Além do fator nutricional,

temperaturas elevadas tornam os peletes mais rígidos, não sendo bem aceitos pelos animais, provocando redução do consumo (Maskan, 2011).

Para contornar esta situação, algumas alternativas vêm sendo aplicadas para a substituição do açúcar como palatilizante, partindo do princípio que os suínos preferem açúcares simples na seguinte ordem: sacarose, frutose, maltose, lactose, glicose e galactose (Glaser et al., 2000). Uma opção seria aplicação por pulverização do melaço (açúcar de cana-de-açúcar- *Saccharum officinarum*) composto principalmente por sacarose, glicose e frutose, após o processo de peletização (Bünzen et al., 2008), porém, não há muitos relatos da sua inclusão como palatilizante nas rações de suínos.

Como os suínos são animais que apresentam percepções sensoriais aguçadas e o sabor adocicado de uma ração pode atender a preferência, o melaço como palatilizante pós-peletização poderia ser uma alternativa a fim de evitar a reação de Maillard, explorando ao máximo o potencial de disponibilidade do amido na dieta, com o uso de altas temperaturas durante o processo de fabricação. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da peletização em diferentes temperaturas e o recobrimento dos peletes com melaço após processamento térmico sobre as características físico-químicas da ração, sobre o ganho de peso e metabólitos sanguíneos de leitões na fase de creche, bem como a digestibilidade dos nutrientes da ração.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Delineamento experimental

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Catarinense (IFC) - *Campus* Araquari sob o protocolo nº 247/2018. O experimento foi realizado na Unidade de Ensino e Aprendizagem Suinocultura do mesmo Instituto.

Foram utilizados 32 leitões desmamados, machos e fêmeas, oriundos do cruzamento de fêmeas F1 (Large White X Landrace) com cachacos da raça Duroc e EMBRAPA MS 115 (genética comercial). O período experimental compreendeu todo o período de creche, desde o desmame aos 28 dias de idade até os 63 dias de idade, correspondendo a um período de 35 dias.

No desmame os leitões foram identificados com brincos, pesados e tiveram amostras de sangue coletadas, individualmente.

Após a pesagem, os leitões foram distribuídos de forma homogênea em relação ao sexo e ao peso entre os 4 tratamentos, com o mesmo número de machos e fêmeas por tratamento. Os animais foram alojados em 4 baias com cama sobreposta com 8 animais por baia. O fornecimento de ração ocorreu em comedouros semi-automáticos e água fornecida em bebedouros de tipo chupeta, ambos à vontade.

Todos os animais, independente dos tratamentos, receberam a mesma dieta isoenergética e isoproteica formulada para atender as exigências nutricionais dos leitões em fase de creche, segundo Rostagno et al. (2011) (Tabela 1). Porém, os tratamentos diferiram quanto ao tipo de ingrediente com ação palatilizante utilizado (açúcar no processo de peletização ou melaço líquido, pós peletização) e a temperatura de peletização (60°C ou 90°C) utilizada para a formação dos peletes da ração, em arranjo fatorial 2x2. Sendo assim, os 4 tratamentos experimentais foram: T60A –

açúcar como palatabilizante e temperatura de peletização de 60°C; T90A – açúcar como palatabilizante e temperatura de peletização de 90°C; T60M – melaço como palatabilizante e temperatura de peletização de 60°C e T90M – melaço como palatabilizante e temperatura de peletização de 90 °C.

3.2.2 Fabricação das dietas

Após homogeneização dos macros e micro ingredientes, a ração foi homogeneizada com vapor e condicionada com temperatura de processamento correspondente ao tratamento e peletizada em peletizadora (Chavantes® modelo 125) com capacidade de 10 toneladas por hora, em molde para 3 mm de diâmetro. Nos tratamentos T60A e T60M a temperatura de processamento foi limitada à 60°C para impedir a ocorrência da reação de Maillard. Em T90A e T90M a peletização ocorreu à 90°C para maximizar a digestibilidade da dieta, através da gelatinização do amido e desnaturação das proteínas, sem prejudicar a estabilidade de nutrientes termosensíveis, como as vitaminas, por exemplo.

Em seguida todas as rações foram resfriadas até 29°C e os tratamentos com melaço foram transportados por uma esteira até um homogeneizador de pás, com bicos aspersores instalados que viabilizaram a aplicação do melaço líquido durante três minutos, enquanto o homogeneizador esteve acionado. Todas as dietas foram direcionadas para diferentes silos e foram ensacadas em embalagens plásticas.

Amostras dos quatro tratamentos foram coletadas para as análises das características físico-químicas das dietas e da composição do amido. Todos estes parâmetros seguiram os métodos analíticos detalhados por Sindirações (2013). A durabilidade do pelete foi analisada utilizando aparelho durabilímetro. O teor de finos através de peneiramento da ração para separação e quantificação das partículas desagregadas. O índice de gelatinização do amido e os teores de amido resistente,

amido não resistente e amido total foram determinados de acordo com o guia de métodos analíticos (método 27, Sindirações, 2013).

O custo de cada tratamento foi calculado pelo somatório dos custos dos ingredientes incluídos nas rações e os custos de energia elétrica, energia térmica e mão de obra utilizados para o processamento de uma tonelada de ração.

Tabela 1. Ingredientes e composição química das rações experimentais dos leitões na fase de creche.

	Rações			
	T60A	T90A	T60M	T90M
Ingredientes das rações (%)				
Milho moído	56,61	56,61	54,91	54,91
Farelo de soja 45,5%	27,50	27,50	27,70	27,70
Açúcar	7,00	7,00	-	-
Melaço + Antifúngico	-	-	7,00	7,00
Farinha de tilápia	4,00	4,00	4,00	4,00
Óleo vegetal	1,38	1,38	2,96	2,96
Fosfato Bicálcico 18%	1,06	1,06	1,06	1,06
Sal moído	0,83	0,83	0,81	0,81
Premix ¹	1,62	1,62	1,56	1,56
Composição química das rações (%MS)				
Matéria seca	88,70	88,26	87,79	87,80
Proteína bruta	19,40	19,38	19,00	19,01
Extrato etéreo	3,93	4,42	5,13	5,70
Matéria mineral	6,31	7,42	7,16	6,77
Cálcio	0,88	0,89	0,89	0,86
Fósforo	0,62	0,63	0,63	0,62
Níveis de garantia calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.300	3.300	3.300	3.300
L Arginina (%)	1,3	1,3	1,3	1,3
Glicina + Serina Total	1,941	1,941	1,940	1,940
Isoleucina (%)	0,840	0,840	0,840	0,840
L – Lisina (%)	1,320	1,320	1,310	1,310
DL – Metionina (%)	0,430	0,430	0,440	0,440
DL - Metionina + Cisteína (%)	0,800	0,800	0,800	0,800
Treonina (%)	0,870	0,870	0,860	0,860
Triptofano (%)	0,250	0,250	0,250	0,250
Valina (%)	0,930	0,930	0,930	0,930
Custo das rações (U\$/tonelada)	5.001,2	5.001,2	5.291,4	5.291,4

T60A: temperatura 60°C e açúcar; T90A: temperatura de 90°C e açúcar; T60M: temperatura 60°C e melão; T90M: temperatura 90°C e melão; ¹pré-mistura de vitaminas, minerais, aminoácidos e aditivos para leitões.

3.2.3 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes

Após desmame, os leitões passaram por um período de adaptação às dietas de sete dias e posteriormente por um período de coleta parcial de fezes de cinco dias. Durante estes períodos as rações tiveram a adição de óxido de cromo (Cr_2O_3) na concentração de 0,3% em sua composição. A coleta parcial de fezes foi realizada diretamente da ampola retal, duas vezes por dia às 10h00 e 18h00 e acondicionadas em bandejas de alumínio identificadas individualmente, pesadas e pré-secas (pool por animal) em estufa com circulação de ar forçado à 65°C. As fezes pré-secadas foram pesadas e analisadas para a obtenção da matéria seca (MS), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) de acordo com a AOAC (1995). E o óxido de cromo (Cr_2O_3), de acordo com a metodologia descrita por Silva (1990). À partir dos resultados dessas análises foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente (CD%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CBPB), da energia bruta (CDEB), da fibra bruta (CDFB), da matéria mineral (CDMM), do cálcio (CDCa) e do fósforo (CDP) de acordo com Oetting (2002).

3.2.4 Análise do ganho de peso

Os animais foram pesados individualmente em balança digital, aos 28 dias (início do experimento), aos 35 dias (início do ensaio de digestibilidade), aos 40 dias (fim do ensaio de digestibilidade) e aos 63 dias (final do experimento), para a obtenção do ganho médio diário de peso (GMD) e ganho de peso total do período (GPT).

3.2.5 Análise dos metabólitos sanguíneos

As coletas de sangue dos animais para as análises dos metabólitos sanguíneos foram realizadas por médico veterinário habilitado, no início e final do experimento. No início do experimento a contenção dos leitões foi realizada com uma pessoa ajoelhada sobre o animal. Na coleta final os animais foram contidos com uma corda colocada em torno do focinho e mobilizados por um auxiliar. A via de acesso ao sangue ocorreu através da punção da veia jugular com seringa de 10 ml e agulhas 40x12 mm, em tubos com ativador de coágulo. Para obtenção do soro, as amostras foram centrifugadas a 7.000 G durante 5 min. Após, o soro foi armazenado em eppendorf e congelado a -20°C para posterior análises dos níveis séricos de colesterol de alta densidade (HDL) (13-25, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 0,4mg/dL), colesterol total (76-2/100, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 1,04mg/dL), triglicerídeos (87-2/100, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 3,0mg/dL), ureia (1.013-4/50, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 0,94mg/dL), albumina (1.007-250, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 0,015g/dL) e gama-glutamilttransferase (GGT) (105-2/30, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil; sensibilidade 2,48U/L) que foram medidos colorimetricamente em duplicata, utilizando kits comerciais desenvolvidos para séricos veterinários ou para séricos humanos validados para multi-espécies (todos os CV inferiores a 10%). Todas as análises foram realizadas em laboratório comercial.

3.2.6 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, v.9.3) como um delineamento completamente casualizado em arranjo fatorial. O procedimento MIXED foi usado para testar os efeitos do ingrediente com ação palatilizante (açúcar e melaço), da temperatura de

peletização (60 e 90°C) e suas interações sobre as características físico-químicas da ração, sobre o ganho de peso, metabólitos sanguíneos e sobre a digestibilidade dos nutrientes da ração em leitões na fase de creche. O sexo dos animais foi incluído no modelo como efeito aleatório. Os dados de metabólitos sanguíneos foram analisados como medida repetida no tempo. Os efeitos principais do tipo de ingrediente com ação palatilizante e da temperatura de peletização, bem como suas interações, foram avaliados ao nível de significância de 5% e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey.

Usando o critério de informação de Akaike, a estrutura do CS (composto de simetria) foi considerado o melhor modelo para a estrutura de covariância residual.

3.3 Resultados

Houve interação entre o tipo de palatilizante e a temperatura de peletização sobre a durabilidade do pelete, o teor de finos e o índice de gelatinização do amido da ração ($P < 0,05$) (Tabela 2). Em ambas as temperaturas de peletização (60 e 90°C) as rações contendo o açúcar como palatilizante apresentaram maior durabilidade do pelete (95,63 e 96,33%, respectivamente) em comparação as rações contendo melaço (89,19 e 92,03%, respectivamente). O aumento da temperatura de peletização nas rações contendo o melaço, aumentou a durabilidade do pelete em 2,84%.

As rações contendo melaço como palatilizante apresentaram maior porcentagem de finos (15,76 e 12,54%) em relação as rações com açúcar (4,34 e 2,68%) em ambas temperaturas de peletização (60 e 90°C), porém tanto as rações com açúcar, como as rações com melaço apresentaram diminuição da porcentagem dos finos ao aumentar a temperatura de peletização de 60°C para 90°C. Com o aumento da temperatura de peletização também foi observado um maior índice de gelatinização do amido nas rações com açúcar (67,49 e 79,80%) em relação as rações com melaço (70,25 e 72,55%). O maior índice de gelatinização do amido foi observado para a ração com açúcar peletizada a 90°C (79,80%) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da interação entre o tipo de palatilizante e a temperatura de peletização sobre as características físicas e químicas da ração.

Palatilizante	Temperatura (°C)		Média	Erro padrão da média
	60	90		
Durabilidade do pelete (%)				
Açúcar	95,63Aa	96,33Aa	95,98	0,2894
Melaço	89,19Bb	92,03Ba	90,61	0,2894
Média	92,42	94,18		
Erro padrão da média	0,2894	0,2894		
Pr>F	0,0086			
Teor de finos (%)				
Açúcar	4,34 Ba	2,68 Bb	3,51	0,07243
Melaço	15,76 Aa	12,54 Ab	14,15	0,07243
Média	10,05	7,61		
Erro padrão da média	0,07243	0,07243		
Pr>F	0,0006			
Gelatinização do amido (%)				
Açúcar	67,49Ab	79,80Aa	73,68	1,9332
Melaço	70,25Aa	72,55Ba	71,40	1,9332
Média	68,87	76,21		
Erro padrão da média	1,9332	1,9332		
Pr>F	0,0345			

Pr>F: probabilidade; letras maiúsculas diferentes na coluna e letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com relação a composição de amido das rações (Tabela 3), houve efeito do tipo de palatilizante sobre o teor de amido total ($P < 0,05$). A ração com açúcar como palatilizante apresentou maior porcentagem de amido total (40,97%) em relação a ração com melaço (38,76%). As porcentagens de amido resistente e não resistente não foram influenciadas pelo tipo de palatilizante e pela temperatura de peletização, com valores médios de 2,07 e 34,84%, respectivamente.

Tabela 3. Efeito do tipo de palatilizante e da temperatura de peletização sobre composição do amido da ração.

Parâmetro	Amido resistente (%)	Amido não resistente (%)	Amido total (%)
Palatilizante			
Açúcar	2,21	35,48	40,97A
Melaço	1,94	34,21	38,76B
Média	2,07	34,84	39,86
Erro padrão da média	0,09357	0,6916	0,1032
Temperatura (°C)			
60	2,21	35,14	39,88
90	1,94	34,55	39,86
Média	2,07	34,84	39,87
Erro padrão da média	0,09354	0,6916	0,1032
Pr>F			
Palatilizante	0,0619	0,1642	0,0002
Temperatura	0,0619	0,4546	0,8587
Palatilizante x temperatura	0,4429	0,2305	0,1411

Pr>F: probabilidade; letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Não houve efeito do tipo de palatilizante e da temperatura de peletização sobre GMD e GPT, com média de 18,89 e 0,6095 kg ($P > 0,05$) (Tabela 4). O uso do melaço como palatilizante, promoveu maior digestibilidade da energia bruta (CDEB) em 2,83%, assim como da matéria mineral (CDMM) em 5,06% em relação ao açúcar. Enquanto que a peletização a 90°C aumentou a digestibilidade do cálcio (CDCa) em 6,6%, do fósforo (CDP) em 4,09% e da matéria mineral (CDMM) em 6,59% em relação a temperatura de 60°C (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito do tipo de palatilizante e da temperatura de peletização sobre o ganho de peso e o ganho médio diário de leitões na fase de creche e sobre o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.

Parâmetro	GPT (kg)	GMD (Kg)	CDMS (%)	CDPB (%)	CDEB (%)	CDFB (%)	CDMM (%)	CDCa (%)	CDP (%)
Palatilizante									
Açúcar	18,78	0,6059	95,29	78,92	83,00B	-60,37	48,79B	49,98	39,54
Melaço	19,00	0,6131	94,29	77,83	85,83A	-61,94	53,85A	51,33	36,36
Média	18,89	0,6095	94,79	78,37	84,41	-61,15	51,32	50,66	37,95
Erro padrão da média	1,2370	0,03999	0,7076	0,9303	0,8176	12,5052	1,6633	2,2974	1,9354
Temperatura (°C)									
60	18,59	0,5999	94,47	77,71	83,95	-61,63	48,01B	47,34B	35,90B
90	19,19	0,6191	95,12	79,04	84,77	-60,98	54,60A	53,98A	39,99A
Média	18,89	0,6095	94,79	78,37	84,36	-61,30	51,31	50,66	37,95
Erro padrão da média	1,2425	0,04008	0,7076	0,9303	0,8176	12,5052	1,6633	2,2974	1,9354
Pr>F									
Palatilizante	0,8577	0,8577	0,1670	0,2553	0,0024	0,9006	0,0045	0,5630	0,1118
Temperatura	0,6357	0,6357	0,3658	0,1629	0,3239	0,9399	0,0004	0,0074	0,0435
Palatilizante x temperatura	0,9893	0,9893	0,8779	0,0862	0,3142	0,7094	0,5557	0,7826	0,2251

Pr>F: probabilidade; GPT: ganho de peso total; GMD: ganho médio diário de peso; CDMS: coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDPB: coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEB: coeficiente de digestibilidade da energia bruta; CDFB: coeficiente de digestibilidade da fibra bruta; CDMM: coeficiente de digestibilidade da matéria mineral; CDCa: coeficiente de digestibilidade do cálcio; CDP: coeficiente de digestibilidade do fósforo; letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Não houve efeito do tipo de palatilizante e da temperatura de peletização sobre as concentrações séricas de colesterol de alta densidade (HDL), colesterol total, triglicerídeos, ureia e albumina com valores médios de 5,43 mg/dL, 6,86 mg/dL, 4,94 mg/dL 3,25 mg/dL e 3,40 g/dL, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do tipo de palatilizante e da temperatura de peletização sobre os metabólitos sanguíneos de leitões na fase de creche.

Parâmetro	HDL (mg/dL)	Colesterol total (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)	Ureia (mg/dL)	Albumina (g/dL)
Palatilizante					
Açúcar	78,50	166,64	80,35	39,78	3,54
Melaço	73,56	156,83	81,06	39,79	3,26
Média	76,03	161,73	80,70	39,78	3,40
Erro padrão da média	5,42	6,85	4,92	3,24	0,1984
Temperatura (°C)					
60	73,94	162,26	81,35	38,79	3,52
90	78,12	161,20	80,06	40,78	3,28
Média	76,03	161,73	80,67	39,78	3,40
Erro padrão da média	5,44	6,89	4,96	3,26	1,1984
Pr>F					
Palatilizante	0,3684	0,1612	0,8874	0,9978	0,1633
Temperatura	0,4475	0,8789	0,7961	0,5469	0,2393
Palatilizante x temperatura	0,4110	0,2613	0,9319	0,4936	0,3511

Pr>F: probabilidade.

Houve interação entre o tipo de palatilizante e a temperatura de peletização sobre a concentração sérica da enzima gama-glutamilttransferase (GGT). Embora a temperatura de peletização não tenha efeito sobre a concentração sérica da enzima GGT, o uso de melaço como palatilizante na ração reduziu os níveis de GGT, em 26,82 UI/L em relação ao açúcar na temperatura de peletização de 60°C (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito da interação entre o tipo de palatilizante e a temperatura de peletização sobre a enzima gama-glutamilttransferase (GGT).

Palatilizante	Temperatura (°C)		Média	Erro padrão da média
	60	90		
	GGT (UI/L)			
Açúcar	91,07Aa	81,39Aa	86,23	7,13
Melaço	64,25Ba	76,06Aa	70,16	7,37
Média	77,66	78,73		
Erro padrão da média	7,54	6,90		
Pr>F	0,0412			

Pr>F: probabilidade; letras maiúsculas diferentes na coluna e letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

3.4 Discussão

A maior durabilidade do pelete encontrada nas rações de leitões contendo o açúcar como palatabilizante pode ser explicada pelo fato dos açúcares após serem expostos ao processamento térmico apresentarem maior facilidade de aglutinar as partículas, aumentando a resistência e, conseqüentemente, a durabilidade do pelete (Antico, 2015). O mesmo, não ocorreu com as rações contendo o melaço como palatabilizante neste estudo, pois, este foi adicionado à ração após a peletização, não produzindo este efeito.

O aumento da temperatura de peletização nas rações contendo o melaço, melhorou a durabilidade do pelete. Este fato pode ser atribuído ao aumento da temperatura de peletização de 60 para 90°C, corroborando com Abdollahi et al. (2011) que observaram que o aumento da temperatura de peletização de 75 para 90°C resultou em melhora do índice de durabilidade de pelete (PDI) em dieta para leitões. Com o aumento da temperatura de peletização o índice de gelatinização do amido das rações contendo açúcar também aumentou. Este processo, combinado com a plastificação das proteínas promove maior quantidade de ligações entre as partículas, auxiliando na formação de peletes mais duráveis (Behnke, 1994).

Sabendo-se que para a obtenção de todos os efeitos benéficos e garantir a gelatinização do amido, a peletização deve ocorrer à no mínimo 82°C (Falk et al., 1985), o aumento de temperatura de peletização de 60°C para 90°C neste estudo, pode ter favorecido a desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina facilitando e aumentando a gelatinização do amido (Dozier, 2001), sendo observado melhora na gelatinização do amido para a dieta contendo açúcar à temperatura de 90°C em relação aos demais tratamentos.

O alto percentual de finos (peletes desagregados) nas rações contendo o melaço como palatabilizante pode estar associado a etapa de pulverização e homogeneização dos peletes na adição do melaço pós-peletização, já que fatores

mecânicos estão associados a desagregação (BIAGI, 1998). A quantidade de finos nas rações peletizadas é negativamente correlacionada com o PDI, sendo assim, à medida que se aumenta a porcentagem de finos na dieta os resultados de desempenho dos animais se assemelham aos de uma dieta na forma farelada (Lara et al., 2008). No processo de fabricação da ração peletizada quando se aumenta a temperatura de peletização ocorre maior injeção de umidade nas partículas, promovendo maior aglutinação das mesmas, levando a uma diminuição da porcentagem de finos (Netto, 2014), corroborando com os resultados observado neste estudo.

A diferença de concentração de amido total das dietas foi 2,21% superior na ração com açúcar como palatabilizante e pode ser atribuída a maior concentração de milho, principal fonte de amido na dieta. As porcentagens de amido resistente e não resistente não foram influenciadas pelo tipo de palatabilizante e pela temperatura de peletização, indicando que a composição de amido resistente e não resistente da dieta não impactou o grau de gelatinização.

Não houve efeito do tipo de palatabilizante e da temperatura de peletização sobre o ganho médio diário de peso (GMD) e o ganho de peso total do período (GPT), corroborando com os resultados observados por Costa et al., (2003) e Budiño et al. (2014). Entretanto, o uso do melaço como palatabilizante diminuiu o desempenho dos leitões em comparação ao uso dos açúcares refinado e não refinado como palatabilizantes nas dietas para leitões (Diaz et al., 1956). Quanto ao GMD, Schinckel e Lange (1996) destacaram a importância da avaliação do desempenho durante a fase de crescimento. Além disso, Tokach et al. (1995) confirmaram que os efeitos benéficos da dieta fornecida na fase de creche, podem refletir na fase de terminação.

À medida que ocorre o desenvolvimento do sistema digestivo, em função da idade, os animais se tornam mais eficientes em digerir dietas mais complexas e menos digestíveis (Casaletti, 2014), o que pode ter relação com a ausência de efeito do recobrimento com melaço na ração sobre o desempenho dos animais mesmo com o aumento da temperatura de peletização para 90°C observado neste estudo.

Steidinger et al. (2000) observaram que aumento de temperatura de peletização apresentou efeito quadrático sobre o ganho de peso dos leitões, com ponto máximo de 77°C, mostrando que a partir deste ponto a medida que se aumentou a temperatura de peletização ocorreu uma redução no consumo de ração. Porém, a redução do consumo neste caso, pode estar relacionada com a reação de Maillard do palatilizante açúcar, o qual modificou a característica palatável do pelete, reduzindo o consumo da ração.

O uso do melaço como palatilizante promoveu maior digestibilidade da energia bruta, assim como da matéria mineral em relação ao açúcar. Efeito semelhante foi observado por Yuanxiao et al. (2011) em leitões alimentados com ração contendo o palatilizante Stevia (70, 100 e 200 g/t) em relação ao açúcar, além de observar melhor aproveitamento da proteína bruta, cálcio e fósforo em leitões submetidos aos tratamentos com 100 e 200 g/t de Stevia, demonstrando que outros palatilizantes podem ser utilizados para substituir o açúcar com efeitos benéficos sobre a digestibilidade das rações.

A adição de melaço em dietas para suínos promoveu melhor digestibilidade da energia e da matéria seca (Fetuga et al., 1977; M'ncene et al., 1999). Os autores atribuíram estes resultados ao teor relativamente alto de cinzas do melaço que pode ter influenciado a digestibilidade de matéria seca, e também, a maior aceitação e por consequência, consumo da dieta devido efeito palatilizante do melaço. Entretanto, o consumo das dietas não foi avaliado no presente estudo, para confirmação desta relação. Além disto, Ly et al. (2008) afirmam que a sacarose, componente do melaço, aumentou a digestibilidade retal dos nutrientes e diminui a produção fecal de materiais.

A peletização a 90°C aumentou a digestibilidade do cálcio, fósforo e da matéria mineral em relação a temperatura de 60°C. O processo de peletização em si, possui o efeito de melhorar a digestibilidade ileal e total do trato gastrointestinal de fósforo e de cálcio quando comparada a dietas sem tratamento térmico, e pode estar

relacionado a liberação de estruturas celulares em altas temperaturas (Ginste & Schrijver, 1998). O amido gelatinizado é mais facilmente atacado por enzimas, facilitando a digestão de rações para animais jovens como leitões na fase de creche, cujas enzimas são limitadas (Ripoll, 1993).

O cálcio está intimamente ligado ao fósforo, e uma deficiência ou excesso de um deles pode diminuir a disponibilidade e a digestibilidade do outro (Salguero et al., 2014). Portanto, o aumento do CDCa está relacionado com o aumento do CDP, consequentemente reduzindo a excreção poluente deste mineral ao meio ambiente, refletindo também em maior CDMM.

Com a gelatinização do amido, a digestibilidade da energia é aumentada, pela maior exposição dos lipídeos à lipase endógena (Albuquerque, 1985). No entanto, o grau de gelatinização do amido obtido na peletização à 90°C não foi suficiente para elevar a digestibilidade de energia bruta.

Quanto aos metabólitos sanguíneos, o uso do melaço e o processamento das rações com temperatura elevada (90°C) não afetou os parâmetros séricos avaliados, exceto para a enzima GGT, entretanto, todos os parâmetros encontraram-se dentro dos valores considerados normais para suínos (Godoy, 2008).

3.5 Conclusão

O uso do melaço como ingrediente com ação palatilizante em dietas para leitões na fase de creche não afetou o ganho de peso dos animais e os metabólitos sanguíneos, promovendo maior digestibilidade de energia bruta e material mineral, embora tenha alterado as características físico-químicas da dieta.

Ainda, a pulverização do melaço líquido permitiu explorar maiores temperaturas de peletização (90°C) no processamento da ração, aumentando a digestibilidade de cálcio, fósforo e matéria mineral das dietas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recobrimento da ração com melaço líquido permitiu explorar maior temperatura de processamento da dieta (90°C) melhorando a digestibilidade de cálcio, fósforo e matéria mineral. Além disto a substituição do açúcar pelo melaço promoveu melhor digestibilidade de energia bruta e da matéria mineral. O comprometimento das características físico-químicas ocasionados pelo uso do melaço, pode ter impactado o ganho de peso dos animais. Este efeito pode ser minimizado através do uso de aditivos aglutinantes, que podem ser objeto de futuros estudos, ou pela adaptação dos equipamentos para a pulverização do melaço nos peletes e por consequência a redução da quebra e esfarelamento.

Mais estudos podem ser desenvolvidos para avaliar a influência dos tratamentos aplicados na fase de creche, no desenvolvimento subsequente dos animais na fase de crescimento e terminação.

5 REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI, M. R., RAVINDRAN, V., WESTER, T. J., et al. Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilization and digestive tract development of broilers fed on maize- and wheat-based diet's. **British Poultry Science**, v. 51, p. 648-657, 2010.

ALBUQUERQUE, C. A. N. Desempenho de um extrusor nacional com base na caracterização física e físico-química de produtos extrusados de milho. 1985. **Dissertação (Mestrado) – ESAL**, Lavras, 1985.

ALCARDE, A. R. *Árvore do Conhecimento: Cana-de-açúcar*. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica, 2018. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html > Acesso em: 07 abr. 2019.

ANTICO, L. P. **Qualidade de pelete em dietas para leitões na fase de creche**. 2015. 57f. Monografia (Zootecnia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. Official and tentative methods of analysis, 16.ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.

BEHNKE, K. Factors affecting pellet quality. In: **Proceedings Maryland Nutrition Conference**, College of Agriculture, University of Maryland. p.44-54, 1994.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. 1ª ed. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2004. 450 p.

BIAGI, J. D. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de peletes e na economia da produção de rações. In: Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves, 01, 1998, Concórdia. **Anais ...** Concórdia, Santa Catarina, p. 57 – 70, 1998.

BRIÃO, V.B., FOLLMER, L., SOUZA, M., RODRIGUES, V.M. Cinética do escurecimento não-enzimático com soluções modelo de açúcares e aminoácidos em pH neutro e ácido. **Acta Scientiarum Technology**, v.33, p.87-93, 2011.

BUDIÑO, F. E. L.; LUCCHESI, L.; OTSUK, I. P. Uso de edulcorante como palatilizante na dieta de leitões desmamados. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa. v.71, p.58-62, 2014.

BÜNZEN, S.; SALGUERO S.; ALBINO, L. F.T.; ROSTAGNO H. S. Recentes Avanços na Nutrição de Suínos. In: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura. **Anais...** Chapecó – SC, 2008.

CASALETTI, D. **Diferentes métodos de processamento das rações sobre o desempenho e a digestibilidade em leitões na fase de creche.** 2014. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CICHELO, M. S. F.; PAVANELLI, A. P.; PALMA, E. J.; ANDRADE, M. A. Alternativas de emulsificantes para a Qualidade de massas alimentícias. **Artigo técnico Oxiten S/A Indústria e Comércio**, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 4, safra 2017/18, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

COSTA, E.R. Desempenho de leitões alimentados com diversas formas físicas da ração. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, p.241-247, 2006.

COSTA, Lucio Laudares. **Viabilidade do uso de palatilizantes em dietas para leitões.** 2001. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Zootecnia, Nutrição de Monogástricos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

COSTA, L. L.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; et al. **Palatilizantes em dietas para leitões de 6 a 18 Kg.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, p. 1633 – 1638, 2003.

DIAZ, F.; SPEER, V. C; ASHTON, G. C; et al. **Comparison of refined cane sugar, invert cane molasses and unrefined cane sugar in starter rations for early weaned pigs.** **Journal of Animal Science**, v.15, p.315-319, 1956.

DOZIER, W.A. Cost-effective pallet quality for meat birds. **Feed Management**, v. 52, 2001.

DURAN, D. Vantagens da peletização de rações na nutrição de suínos. Suinocultura Industrial, 2017. Disponível em: <<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/vantagens-da-peletizacao-de-racoes-na-nutricao-de-suinos-por-diego-duran/20170524-092734-g471>> Acesso em: 24 set. 2018.

EMBRAPA (2018). Disponível em: < <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas> >. Acesso em: 20 out. 2018.

FALK, D. Pelleting cost center. In: **Feed Manufacturing Technology III** (AFIA). Cap. 17, p. 167-190, 1985.

Fetuga, B. L.; Babatunde, G. M.; Oyenuga, V. A. (1977). The value of palm kernel meal in finishing diets for pigs. 2. Effect of the addition of cane molasses on the utilization of high level palm kernel meal diets. *J. Agri. Sci.*, 88(3), 663-9.

FOOD OREGON STATE (2006). Disponível em: < <http://food.oregonstate.edu/starch/> >. Acesso em 10 out. 2018.

GINSTE, J. V.; SCHRIJVER, R. De. Expansion and pelleting of starter, grower and finisher diets for pigs: effects on nitrogen retention, ileal and total tract digestibility of protein, phosphorus and calcium and in vitro protein quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 72, p. 303 – 314, 1998.

GLASER, D.; WANNER, M. TINTI; J.M. Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. **Food Chemistry**, v. 68, p. 375-385, 2000.

GODOY, H. B. R. de et al. O uso da silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos – parâmetros séricos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 45, n. 6, p.429-436, 29 maio 2008. Mensal.

HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C; MORAES G. Processamento de dieta – seus efeitos no aproveitamento de carboidrato para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, p. 2700 – 2715, 2013.

KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. London: Academic Press, 1989. 932 p.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M. A. D.; LIPPKE, R. T. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 195 – 209, 2009.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R.; et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.970-978, 2008.

Ly, J. Feeding pigs with sugar cane. Some recent Cuban data. In: **Feeding Animal with Sugar Cane**. Petit-Bourg (Guadeloupe). p.17-23, 2008.

MASKAN M. Nutrition changes during extrusion cooking. In: Advances in food extrusion technology. New York. **Anais...** New York, EUA, p.87-101, 2011.

MAVROMICHALIS, I.; BAKER, D.H. Effects of pelleting and storage of a complex nursery pig diet on lysine bioavailability. **Journal of Agriculture Science**, v.78, p. 341-347, 2000.

M'NCENE W.B., TUITOEK J.K., MUIRURI H.K. Nitrogen utilization and performance of pigs given diets containing a dried or undried fermented blood/molasses mixture. **Animal Feed Science and Technology**, v.78, n.1/2, p.239-247, 1999.

MORAN, E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**, v. 5, p.30-31, 1987.

MOREIRA, I., OLIVEIRA, G.C., FURLAN, A.C. Utilização da Farinha Pré gelatinizada de Milho na Alimentação de Leitões na Fase de Creche. **Revista brasileira zootecnia**, v. 30, p. 440-448, 2001.

NETTO, M. V. T. **Temperatura de condicionamento no processo de peletização de dietas para frangos de corte**. 2014. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OETTING, Liliansa Lotufo. **Avaliação de diferentes marcadores para a determinação da digestibilidade e taxa de passagem do alimento em suínos**. 2002. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PUPA, J.M.R.; ORLANDO, U.A.D.; HANNAS, M.I. Níveis nutricionais utilizados nas dietas de suínos no Brasil. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. **Anais...** Viçosa, MG, p. 349 – 374, 2005.

RIPOLL, A. P. El proceso de extrusión en cereales y habas de soja: experiencias prácticas. In: IX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. 1993, Barcelona. Disponível em: <http://etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_6_II.pdf> Acesso em: 04 ago. 2018.

RODRIGUES, L.A. Carboidratos na nutrição de suínos: velhos e novos conceitos, importantes para seu aproveitamento. Suinocultura Industrial, 2017. Disponível em: <<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/carboidratos-na-nutricao-de-suinos-velhos-e-novos-conceitos-importantes-para-seu/20170818-135110-n567>> Acesso em 24 set. 2018

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 3. ed., p. 252, 2011.

SALGUERO, S. C.; ROSTAGNO, H. S.; HANNAS, M. I.; et al. Digestibilidade do cálcio de ingredientes para suínos, avaliada por meio de dois métodos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.66, p.1539-1546, 2014.

SCHINCKEL, A.P.; LANGE, C.F.M. Characterization of growth parameters need as inputs for pig growth models. **Journal of Animal Science**, v.74, n.8, p.2021-2036, 1996.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. 1990, 166p.

SINDIRAÇÕES. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. 4. ed. São Paulo, 2013. Cap. 3, p. 27.

STATISTIX® 10. Statistix 10 Analytical Software. Tallahassee, USA, 2013.

STEIDINGER, M.U.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; et al. Effects of pelleting and pellet conditioning temperatures on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 3014-3018, 2000.

TOFOLI, C. Creche: uma fase de investimento! Suinocultura Industrial, 2016. Disponível em: <<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/creche-uma-fase-de-investimento-por-camila-tofoli/20160120-083659-b887>> Acesso em: 22 out. 2018.

TOKACH, M. D.; PETTIGREW, J. E.; JOHNSTON, L. J.; OVERLAND, M.; RUST, J. W.; CORNELIUS, S. G. Effect of adding fat and (or) milk products to the weaning pig diet on performance in nursery and subsequent growfinishing stages. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 11, p. 3358-3368, 1995.

YUANXIAO, W.; GENLAI, Z.; ZHIYONG, L. Study on the application of stevioside in weaned piglets. **Journal of Animal Science**, v.04, p. 152 – 164, 2011.