

LUCAS SERROU DA COSTA

**PRODUÇÃO DE SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO,
RECONSTITUÍDA A PARTIR DO GRÃO SECO EM DIFERENTES SISTEMAS
DE SECAGEM, NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Botucatu

2020

LUCAS SERROU DA COSTA

**PRODUÇÃO DE SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO, RECONSTITUÍDA A
PARTIR DO GRÃO SECO EM DIFERENTES SISTEMAS DE SECAGEM, NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp *Campus* de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Energia na Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni

Botucatu

2020

C837p

Costa, Lucas Serrou da

Produção de silagem de grãos úmidos de milho, reconstituída a partir do grão seco em diferentes sistemas de secagem, na alimentação de leitões em fase de creche. / Lucas Serrou da Costa.
-- Botucatu, 2020

57 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista(Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

1. Secagem de grãos. 2. Silagem de milho. 3. Alimentação animal. I. Título.

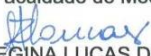
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: PRODUÇÃO DE SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO, RECONSTITUÍDA A PARTIR DO GRÃO SECO EM DIFERENTES SISTEMAS DE SECAGEM, NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE.

AUTOR: LUCAS SERROU DA COSTA

ORIENTADOR: MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP
Prof. Ass. Dr. MARCOS LIVIO PANHOZA TSE
Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu - UNESP
Prof.ª Dr.ª SILVIA REGINA LUCAS DE SOUZA
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 31 de janeiro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Aos meus pais, que sempre estiveram do meu lado dando todo o apoio.

Agradeço as mulheres da minha vida, minha filha amada Vitória e minha esposa Jessica.

Agradeço ao Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni, por toda paciência e compreensão durante o Mestrado.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcos Tse pela parceria, pela dedicação e por disponibilizar os animais.

Agradeço ao Ricardo Rabelo de Arruda Filho por todo o suporte prestado no desenvolvimento do projeto.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

RESUMO

O milho representa o principal ingrediente utilizado na dieta animal e é considerado um alimento energético por ser fonte de amido e lipídeos. A ensilagem tem se constituído numa bem-sucedida alternativa para suprir alimento durante a estacionalidade de produção forrageira, apresentando melhores resultados de ganho de peso e melhor digestão por parte do animal. A técnica da ensilagem de grãos reumedecidos consiste em devolver ao milho seco moído a umidade recomendada (entre 33% e 37%) para que possa ser acondicionado em silos e submetido a processo de fermentação anaeróbica. Entretanto, a reconstituição da umidade do milho que já foi seco e, eventualmente, armazenado por algum tempo, pressupõe menor perfil microbiológico e nutricional desse produto. Na suinocultura, o desmame precoce dos leitões, torna a fase de creche decisiva, dependendo da combinação dos ingredientes que compõem a dieta. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de secagem de milho sobre a qualidade dos grãos, e sua utilização na alimentação de leitões em fase de creche, bem como o avaliar o efeito latente dos três sistemas de secagem testados sobre a qualidade do grão de milho, após um ano de armazenamento. Foram realizados três ensaios com o objetivo de avaliar: Ensaio 1- Efeito do processamento na qualidade da silagem; Ensaio 2- Desempenho dos leitões quanto à silagem; Ensaio 3- Efeito da secagem na qualidade da silagem. Os grãos de milho foram colhidos com diferentes teores de umidade e submetidos a diferentes processamentos, sendo os tratamentos: T1 - colhido com 35% de umidade, triturado e ensilado (testemunha); T2 - colhido com 22% de umidade, seco em alta temperatura, triturado, reumedecido até 35% e ensilado; T3 - colhido com 18%, seco em silo-secador com ar natural, triturado, reumedecido até 35% e ensilado; T4 - colhido com teor de água menor que 14% após secagem na planta, triturado, reumedecido até 35% e ensilado. Para avaliação da qualidade das silagens obtidas nos diferentes tratamentos, foram realizadas análises de pH das silagens e condutividade elétrica dos grãos, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ensaio de desempenho de leitões em fase de creche foi conduzido num delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições. Os resultados relativos à condutividade elétrica e pH indicaram maior efeito deletério para o milho seco em alta temperatura. Durante o período total do ensaio de desempenho (0 a 26 dias), a silagem de grãos de milho úmidos apresentou melhor conversão alimentar, no entanto não apresentou diferença no ganho diário de peso e no consumo diário de ração. Quanto ao efeito do armazenamento, o pH da silagem confeccionada imediatamente após a secagem dos grãos indicou melhor qualidade do alimento em relação àquele confeccionado com grão armazenado pelo período de um ano. Após um ano de armazenamento do grão seco, não se detectou diferenças entre os três sistemas de secagem testados, porém recomenda-se o uso do grão seco em baixa temperatura (T3), por ser o método mais prático e de baixo custo.

Palavras-chave: reidratado; desempenho; silagem.

ABSTRACT

The technique of moistened grain silage consists of giving back to the dried maize appropriate humidity (between 33% and 37%), so that it can be packaged in silos and subjected to anaerobic fermentation process. However, replenishing moisture in corn that has been previously dried, and eventually stored for some time, presupposes its lower hygienic and nutritional quality, regarding greater possibilities of stress and losses during its permanence in the field, in the cleaning and drying processes, throughout storage. Thus, this study aimed to evaluate the effects of different corn drying systems on silage quality from rehydrated grains, as well as on the performance of nursery piglets. Three tests were performed with the purpose of evaluating: Test 1- Effect of processing on silage quality; Test 2- Performance of piglets regarding silage; Test 3- Effect of drying on silage quality. The corn kernels were harvested with different moisture contents and submitted to different processing, according to the treatments: T1 - harvested with 35%, crushed and ensiled (witness); T2 - harvested with 22%, dried at high temperature, crushed, rewetted to 35% and ensiled; T3 - harvested with 18%, dried in silo-natural air dryer, crushed, reheated to 35% and ensiled; T4 - harvested with less than 14% water content, after drying on the plant, crushed, reheated to 35% and ensiled. In order to evaluate the quality of silages obtained in the different treatments, silage pH and electrical conductivity analyzes were performed in a completely randomized experimental design with four treatments and four replications, and the means were compared with Tukey test at 5% probability. The nursery piglets performance test was carried out in suspended cages with three animals per stall in a randomized block design with four treatments, five replications and the means compared with Tukey test at 5% probability. The results concerning electrical conductivity and pH indicated a greater deleterious effect on dry corn at high temperature. During the total period of the performance test (0 to 26 days), the wet corn grain silage presented better conversion. However, there was no difference in daily weight gain and daily feed intake. Regarding the storage effect, silage pH performed immediately after drying indicated better quality compared with the one performed with grains stored during the period of a year.

Keyword: rehydrated; silage; performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Milho dentando (A) e milho duro (B).	20
Figura 2 – Silos bolsa (silo-bag).....	32
Figura 3 – Tambor que foi utilizado para ensilar o milho seco em alta temperatura, seco ar natural e seco no campo	33
Figura 4 – Esquema básico do secador de Fluxo cruzado (A) e Silo-secador (B). ...	34
Figura 5 – Distribuição dos animais na baía.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais.....	38
Tabela 2 – Valores médios da porcentagem de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Bruta (FB) nas silagens testadas.....	41
Tabela 3 – Valores médios de condutividade elétrica e pH das silagens dos grãos naturalmente úmidos (T1) e da reconstituição de grãos secos em alta temperatura (T2), em baixa temperatura (T3) ou na planta (T4).....	42
Tabela 4 – Médias de peso inicial (Pi), peso final (Pf), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) dos leitões durante o período experimental (26 dias).	43
Tabela 5 – Médias da condutividade elétrica (CE) dos grãos e do pH das silagens obtidas a partir de grãos secos em alta temperatura (T2), em baixa temperatura (T3) ou na planta (T4), após período de um ano de armazenamento	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Milho.....	19
2.2	Silagem do milho.....	21
2.3	Reconstituição de umidade do grão de milho.....	24
2.3.1	Qualidade do grão de milho após a secagem.....	25
2.4	Alimentação de suínos.....	27
2.4.1	Desempenho alimentar de leitões em fase de creche.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Ensaio 1.....	31
3.1.1	Avaliação do efeito imediato do processamento sobre a qualidade.....	31
3.1.2	Análises de qualidade do grão e da silagem.....	35
3.1.2.1	Condutividade elétrica dos grãos.....	35
3.1.2.2	Análises bromatológicas e pH da silagem.....	35
3.1.2.3	Delineamento experimental e análise estatística do ensaio de qualidade do alimento.....	36
3.2	Ensaio 2.....	36
3.2.1	Desempenho de leitões em fase de creche.....	36
3.2.1.1	Desempenho animal.....	38
3.2.1.2	Incidência de diarreia.....	39
3.2.1.3	Delineamento experimental e análise estatística do ensaio de desempenho animal.....	39
3.3	Ensaio 3.....	39
3.3.1	Avaliação do Efeito Latente do Processamento Sobre a Qualidade.....	39
3.3.2	Delineamento experimental e análise estatística para o ensaio de efeito latente.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Avaliação do efeito imediato do processamento sobre a qualidade do milho.....	41
4.2	Desempenho de leitões em fase de creche.....	42

4.3	Avaliação do efeito latente do processamento sobre a qualidade do milho.....	44
5	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49
	Anexo A.....	56

1 INTRODUÇÃO

O milho representa o principal ingrediente utilizado na dieta animal, sendo considerado um alimento energético por ser fonte de amido e lipídeos, principalmente. O aumento da produção de aves, suínos e bovinos, nos últimos anos, acabou impulsionando a cultura que, na safra de 2018/19, atingiu uma área plantada de 17.075 hectares e produção de 92.808 toneladas (CONAB, 2019).

Com a finalidade de suprir alimento durante a estacionalidade de produção forrageira, a ensilagem tem se constituído numa bem-sucedida alternativa, seja da planta inteira, grão úmido ou grão reidratado, apresentando melhores resultados de ganho de peso e melhor digestão por parte do animal, em relação ao milho seco (HENRIQUE et. al, 2007). Operacionalmente, o uso de grãos naturalmente úmidos apresenta algumas vantagens como ausência do custo de secagem, de descontos sobre a umidade ou impurezas, além de permitir a antecipação de colheita e uma melhor eficiência de utilização da área (COSTA et. al, 1999; JOBIM e REIS (2001).

Entretanto, o momento ideal para a colheita dos grãos de milho visando à silagem de grão naturalmente úmido (28% a 35%) é muito restrito, além de ter efeito decisivo no valor nutritivo do alimento (JOBIM, et. al, 2003). Assim, a possibilidade de reidratação do grão que já foi seco pode constituir-se numa alternativa interessante para o produtor, pois ele poderá comprar o milho seco, em épocas de boa oferta e preço menor.

Por outro lado, a reconstituição da umidade de um milho que já foi seco e, eventualmente, armazenado por algum tempo, pressupõe uma menor qualidade higiênica e nutricional desse produto, tendo em vista maiores possibilidades de estresse e perdas durante sua permanência no campo, no processo de limpeza, secagem e ao longo do armazenamento (ARCARI, et. al, 2015).

Em relação ao processo de secagem dos grãos, quando ela é conduzida com ar aquecido, até 10°C acima da temperatura ambiente, denomina-se sistema de secagem com ar natural ou a baixa temperatura, como aquelas que ocorrem na planta, em terreiros ou em silos secadores. Caso contrário, tem-se o sistema de secagem em alta temperatura, que é mais rápido e menos dependente das condições atmosféricas, permitindo reduzir com segurança o teor de água dos produtos colhidos acima de 20% de umidade. Alguns cuidados devem ser tomados

na operação destes secadores, pois as altas temperaturas aplicadas no processo podem prejudicar a integridade e longevidade do grão armazenado s (BAKKER-ARKEMA, 1994).

O comprometimento do valor nutritivo da matéria-prima utilizada na formulação da dieta a ser oferecida aos animais, tem um impacto significativo no desempenho dos animais, principalmente nos sistemas intensivos de criação que empregam muita tecnologia. Na suinocultura, o desmame precoce dos leitões, com a finalidade de aumentar a produtividade das matrizes, torna a fase de creche decisiva, dependendo de combinação e aproveitamento adequados dos ingredientes que compõem a dieta a fim de garantir a melhor conversão alimentar (LOPES, 2000).

Diante do exposto e da escassez de trabalhos que busquem caracterizar a qualidade da silagem oriunda de grãos reidratados, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de secagem de milho sobre a qualidade dos grãos que, mais tarde, serão reidratados e constituirão alimento para leitões recém desmamados, na forma de silagem de grãos úmidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho

O milho é uma das culturas mais importantes do mundo, seja ela do ponto de vista econômico ou social. É o grão mais produzido, segundo informações do departamento da Agricultura dos Estados Unidos (USDA). No ano de 2017/18 atingiu uma safra de 1,05 bilhões de toneladas mundiais, conforme FIESP (2018).

De acordo com Souza Neto *et al.* (2008), o milho constitui-se numa das mais importantes gramíneas para o cultivo comercial e encaixa-se bem ao sistema de plantio direto, estratégia de plantio de cobertura e para o sistema sustentável de produção, pois favorecem as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

No Brasil, a variedade de milho *Zea mays* L. é a mais cultivada, devido ao seu potencial produtivo e seu valor nutritivo, sendo utilizado na alimentação humana e animal. Na produção animal destaca-se o processo de silagem, tanto da planta inteira quanto o do grão úmido (CASTOLDI *et al.* 2011).

Sendo uma planta de origem tropical, o milho exige durante seu desenvolvimento calor e água para aumentar sua produtividade e atingir o rendimento esperado. Os processos de fotossíntese, respiração, transpiração e evaporação acontece em função da energia no ambiente, ou seja, o calor. A temperatura é um dos fatores mais importante para essa cultura, no qual se recomenda temperaturas médias abaixo de 12,8 °C e superior a 42 °C. Dessa forma, a temperatura ideal fica na faixa entre 25 °C e 30 °C (FANCELLI, 2015).

Ainda de acordo com Fancelli (2015), para o milho a maior necessidade de água acontece na fase de florescimento e desenvolvimento do grão, sendo necessária uma precipitação entre 400 mm e 600 mm sem a necessidade da prática de irrigação.

Em condições favoráveis de temperatura e umidade, a planta emerge entre quatro e cinco dias, no entanto, em condições desfavoráveis, essa germinação pode levar até duas semanas. Sendo assim, o milho pode ser considerado uma “hortaliça”, devido a sua agilidade na colheita em torno de 90 dias no verão e 120 dias no inverno (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O grão de milho é composto por uma camada fibrosa de pericarpo (cerca de 5% do grão), pelo embrião (11% do grão rico em proteína) e por fim, o endosperma (75% a 80% do grão sendo constituído de proteínas e amido). A prolamina ou zeína do milho tem elevada importância nutricional animal, representando cerca de 30% a 60% de toda proteína do grão (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000).

As silagens são tradicionalmente produzidas a partir de variedades da família do milho *Zea mays* L., no entanto, o milho doce pertencente ao grupo *saccharata* pode ser uma boa opção para silagem, pois apresenta alelos que bloqueiam a conversão de açúcar em amido, como consequência apresentam maiores açúcares solúveis (ZÁRATE; VIEIRA, 2003).

As variedades de milho são agrupadas de acordo com sua textura, pode ser classificada como duro, dentado, semidentado ou semiduro. A vitreosidade é o parâmetro utilizado para avaliar com maior precisão a textura do grão, pois se relaciona com a quantidade de endosperma vítreo e farináceo, ou seja, quanto mais duro o grão, maior a quantidade de endosperma vítreo, por outro lado, quanto mais dentado o grão, maior a quantidade de endosperma farináceo (CANTARELLI *et al.* 2007). Os grãos de milho duro (Figura 1 B) têm maior disponibilidade de endosperma vítreo, enquanto os dentados (Figura 1 A) possuem maior endosperma farináceo (CRUZ *et al.* 2002).

Figura 1 – Milho dentando (A) e milho duro (B).



Fonte: Pereira, 2003.

Desta forma, os milhos duros e semiduros são preferidos, devido a sua resistência a pragas e perdas durante seu processamento (PIOVESAN; OLIVEIRA; GEWEHR, 2011).

Os grãos mais duros têm facilidade no armazenamento e na qualidade de germinação, tendo a maior preferência pelas indústrias alimentícias em alguns casos

e alcançam preços maiores do que os dentados. Já para a produção de silagem e milho verde existe a preferência por milho dentado (CRUZ *et al.* 2002).

2.2 Silagem do milho

A silagem é uma prática agrícola bem antiga, que começou há mais de 3.000 anos. No entanto, só na década de 1940, houve um grande aumento na aplicação desta tecnologia, devido a mecanização de colheita de forragem (BUXTON *et al.* 2003). A produção de silagem está bem desenvolvida na América do Norte e Europa, mas apenas recentemente se tornou popular em regiões tropicais (WILKINS; WILKINSON, 2015).

No Brasil, devido ao baixo valor nutricional das pastagens no período da seca, as silagens acabam sendo uma alternativa para suprir a alimentação animal. O armazenamento do excesso da produção de grãos na época das chuvas, para ser utilizado na época da seca, acaba sendo uma estratégia de grande impacto na atividade pecuária (CABRAL *et al.* 2002).

A matéria-prima mais utilizada para ensilagem é o milho, devido a sua composição bromatológica que adequa a todos os requisitos para uma elaboração de boa qualidade de silagem, tendo em vista teor de matéria seca (MS) entre 30% a 35% e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, além de proporcionar uma excelente fermentação microbiana (NUSSIO *et al.* 2001).

Leh *et al.* (2001) relatam que o grão abaixo de 30% a 35% de umidade, em média, perde de 1 a 2 pontos percentuais de água por dia por meio da evaporação, então, em questão de cinco a seis dias ultrapassam o ponto ideal de colheita comprometendo a qualidade da silagem. Para a detecção da maturação fisiológica do milho, basta observar a palha seca, geralmente isso ocorre em torno de 50 dias após a polinização. Desta forma, quanto mais tempo o milho permanecer no campo, maiores serão as perdas qualitativas e quantitativas (PINTO, 2009).

Jobim *et al.* (2003) afirmam que grãos úmidos colhidos acima de 40% ocasionam a perda de matéria seca, excesso de fermentação e perda de energia durante a estocagem. O processo de silagem de grãos úmidos é tecnicamente simples, já que os grãos são colhidos por colhedadeiras normais de grão seco e logo

em seguida, com a ajuda de um moinho, os grãos são triturados para se obter sua quebra completa, com a finalidade de facilitar a compactação (GOBETTI *et al.* 2013).

Porém, devido a falhas no processo operacional, como o erro no momento da colheita, falha na compactação, vedação e manejo do silo, a silagem de milho pode apresentar qualidade semelhante a volumosos de baixa qualidade brómatológica, em consequência, faz com que o custo por unidade de nutriente dela seja elevado, o que inviabiliza o seu uso perante outras matérias e os produtores receosos quanto a essa técnica (SANTOS *et al.* 2017).

A compactação é um dos processos mais importantes e rigorosos, pois tem a capacidade de remoção de todo o oxigênio presente na silagem. Ao permitir a fermentação anaeróbia, produz o ácido láctico e outros ácidos orgânicos que reduzem o pH, até cerca de 3,5, considerado o ideal para manter a qualidade da silagem por anos (LEH *et al.* 2001).

Conforme Kiyota *et al.* (2011) a compactação deve ser feita à medida em que for moendo o milho, na intenção de melhorar a fermentação. A densidade adequada está entre 1.000 kg m³ e 1.200 kg m³, proporcionando melhor estabilidade aeróbica. Densidade abaixo de 900 kg m³ pode interferir na qualidade da silagem.

Para grandes áreas de plantio, é de extrema necessidade a sincronização do plantio e atividade de ensilagem. Quando isso não acontece, pode ocorrer que a silagem seja feita com umidade do grão muito baixa, menor do que 25%, fazendo com que seja necessário um controle muito rigoroso para não comprometer a qualidade da silagem no final do processo (JOBIM *et al.* 2003).

A maturação fisiológica do milho pode ser observada por uma camada preta na base dos grãos após 50 dias da polinização. Logo em seguida, o milho deve ser triturado, abertura de malha de 1,5 mm, sendo distribuído no silo em camadas de aproximadamente 20 cm. Não esquecendo de compactar bem cada camada (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O processo de ensilagem do grão úmido de milho, segue a mesma da planta inteira, sendo que na primeira fase se inicia com o enchimento do silo com o processo de respiração e hidrólise que são atividades enzimáticas de extrema importância para conservação da matéria-prima. A respiração é a transformação dos açúcares da planta em gás carbônico e água, liberando calor. A hidrólise é quebra das proteínas, realizada pelas proteases, presente na própria planta. Como consequência ocorre a redução do teor de oxigênio e o aparecimento de

microrganismos anaeróbicos, bactérias que conservam a matéria com a redução do pH pela produção do ácido láctico (GOBETTI *et al.* 2013, MCDONALD *et al.* 1991).

Quando os grãos passam por um processo de fermentação via silagem, associado a granulometria do grão, é capaz de obter-se melhor aproveitamento dos nutrientes por parte do animal, principalmente do amido que é um carboidrato de fácil absorção e valor nutricional (NEUMANN, 2001).

A molécula do amido é heterogênea, constituída por dois polímeros de glicose, amilose (22% a 28%) e amilopectina (72% a 78%), no qual as duas estão ligadas entre si, por meio das pontes de hidrogênio. O grão integral de milho possui uma taxa de digestão de 62,2%, grão quebrado 65%, grão moído de 76,4% e o grão úmido de 86% utilizado na alimentação de cordeiros (FANCELII; DOURADO NETO, 2000).

Conforme Gobetti *et al.* (2013) a moagem fina do grão é suficiente para aumentar a disponibilidade de amido. Que possam proporcionar o desempenho esperado para a alimentação animal, no entanto, a silagem de grão úmido é mais eficiente em aumentar a disponibilidade de energia do grão.

As principais vantagens da utilização de grãos úmidos de milho conforme Costa *et al.* (1999), Jobim *et al.* (2001) e Jobim *et al.* (2003) são:

- Antecipação da colheita em três ou quatro semanas, liberando a terra para utilização de outra cultura;
- Redução das perdas no campo, seja por condições climáticas, ataque de pragas e animais e além de diminuir a presença de fungos;
- Excelente qualidade dos grãos;
- A redução de perdas quantitativas e qualitativas no processo de armazenagem;
- Baixo custo na armazenagem;
- Menos investimento em relação ao grão seco;
- Melhora a qualidade nutricional dos animais e os custos de produção.

A desvantagem que a silagem de grão úmido representa é impossibilidade de comercialização do produto, pois não há possibilidade de se fazer o concentrado antes, ou seja, a silagem tem que ser preparada diariamente para a dieta dos animais (NUMMER, 2001).

No entanto, o uso de silagens de grão úmido de milho na alimentação de suínos tem sido uma alternativa para os grãos, com relação ao uso do grão seco, pois ele apresenta algumas vantagens como ausência da taxa de imposto sobre o produto, eliminação de perdas com transporte, frete e desconto sobre umidade (SILVA *et al.* 2006).

2.3 Reconstituição de umidade do grão de milho

O processamento de grão nas rações tem a finalidade de aumentar a aceitação por parte dos animais. Grãos processados são todos aqueles tratados com aquecimento a vapor, ensilados com alta umidade ou reconstituído (LOPES, 2005).

Os sistemas convencionais de armazenamento de milho com baixa umidade, geram perdas qualitativas e quantitativas que ocorrem tanto em pré-colheita como em pós-colheita, durante o manuseio na pré-limpeza, secagem, armazenamento e transporte. A estimativa é que, no Brasil, as perdas na etapa de pós-colheita ocorram em torno de 10% a 15% do total produzido (FERRARI FILHO, 2011). Em silagens de grão úmidos não há ataque dos insetos, devido à falta de oxigênio e a acidez do meio (LAZZARI; LAZZARI, 2001).

O primeiro passo de reidratação ou reconstituição do milho é determinar o teor de matéria seca (MS) dos grãos que serão utilizados. De acordo com o conteúdo dessa MS, será adicionada a quantidade de água adequada (ARCARI *et al.* 2015).

O processo de reconstituição do milho consiste em umedecer os grãos até a umidade desejada para silagem. Esse método pode se tornar uma alternativa viável para o produtor, quando este não dispõe de estrutura de armazenamento em sua propriedade, o que pode levar a perdas significativas na produção. A silagem de grão úmido reconstituído acaba se tornando uma alternativa para recuperar essas perdas (LOPES, 2001).

O uso dessa técnica ainda possibilita ao produtor que não possui equipamento adequado para plantio e colheita, ou que não possuem área disponível para plantio, tendo a possibilidade de comprar o grão seco e ensilar na própria propriedade (BITENCOURT, 2012).

Segundo Moraes (2016), em se tratando de grãos reidratados, o processo fermentativo pode ser ainda menos eficiente que em grãos ensilados naturalmente úmidos. Ferrareto *et al.* apud Moraes (2016) ao avaliarem os grãos reconstituídos e ensilados por 30 dias, encontraram uma fermentação modesta com baixa concentração de ácidos totais (1,64% da matéria seca - MS), com ácido lático e acético representando 0,95% e 0,53% da MS, respectivamente.

A recomendação prática para se obter uma adequada reconstituição do grão de milho, visando a ensilagem, tem sido, segundo Andrade Filho *et al.* (2010), a sua reidratação acima de 30% b.u. (base úmida). Por outro lado, Andrade (2013) encontrou redução linear da concentração de ácido lático com o aumento na reidratação das silagens de grão de milho, indicando teor máximo de 30% para o reumedecimento dos grãos secos. Possivelmente, segundo o autor, maiores quantidades de água, acima de 30%, favoreceriam o crescimento de microrganismos indesejáveis ao processo de ensilagem, já presentes em grandes quantidades no milho seco, antes do reumedecimento.

2.3.1 Qualidade do grão de milho após a secagem

Com a elevada produção do milho no mundo, há uma alta preocupação com o seu armazenamento, sua conservação e a manutenção da sua qualidade. Dessa forma, é necessário que o produto seja colhido em ótimo estado, assim que atingir a sua maturidade fisiológica, visando minimizar as perdas no campo (ELIAS *et al.* 2009; ANTUNES *et al.* 2011).

Depois da colheita, o produto deve ser destinado a um local de armazenamento, que pode ser em silos ou armazéns, quando há uma grande produção. Perdas qualitativas e quantitativas podem ocorrer tanto na colheita, como na pós-colheita, envolvendo desde as operações de transporte, manuseio, secagem, processamento, armazenamento e comercialização (CORADI *et al.* 2015).

O processo de secagem pode ser resumido como uma operação unitária que tem por objetivo reduzir o teor de água do produto até níveis seguros para o armazenamento, ou seja, uma umidade nos grãos abaixo no nível necessário para as atividades dos microrganismos (CARLESSO *et al.* 2008).

Na secagem artificial com ventilação forçada, o ar é movimentado por ventiladores mecânicos que utilizam diversos secadores por convecção que operam tanto em altas quanto em baixas temperaturas (SILVA; AFONSO; DONZALLES; 2000).

De acordo com Elias (2008) no Brasil, a secagem do milho no campo é a mais utilizada, favorecida pelas condições climáticas à época da colheita e por falta de capital de investimento em infraestrutura de secagem do produtor.

No entanto, a secagem na planta tem suas desvantagens, uma vez que o produto fica por muito tempo exposto no campo, sujeito a situações climáticas indesejáveis, como altas temperaturas e umidades. Sob tais condições, o milho apresenta elevada taxa respiratória, consumindo suas reservas e comprometendo a qualidade do grão. Além disso, o produto está sujeito ao ataque de pragas, roedores, insetos, pássaros e microrganismos (ELIAS *et al.* 2009).

A secagem em alta temperatura (60 °C) é o método mais rápido e que não depende das condições climáticas, porém é um dos métodos mais caros e, quando a temperatura atinge níveis superiores a 60°C, o endosperma do grão pode sofrer alterações químicas importantes (FERRARI FILHO *et al.* 2014).

A secagem pode ser feita em diversos tipos de secadores e sistemas de secagem. Os secadores que mais contribuem para a manutenção da qualidade do produto são os que utilizam baixa temperatura ou ar natural. Constituem um método econômico, eficaz e fácil aplicação em pequenas e médias propriedades (SILVA; AFONSO; DONZALLES; 2000).

No processo de secagem dos grãos, a temperatura exerce uma elevada influência diretamente sobre o valor nutricional do grão para alimentação do animal. Estudos demonstram quando o milho é seco a uma temperatura superior a 60 °C tem seu valor energético diminuído e afetando o paladar (FERRARI FILHO *et al.* 2014). Temperaturas mais elevada em torno de 140 °C podem causar problemas no grão, ocorrendo quebras e fissuras (CRUZ *et al.* 2011).

Nos animais monogástricos, o teor de proteína do grão afeta diretamente a relação de ganho de peso e consumo. Assim, quando se utiliza secagem em alta temperatura de forma incorreta, será desencadeada a desnaturação das proteínas, comprometendo o desempenho desses animais (ELIAS *et al.* 2009).

2.4 Alimentação de suínos

A produção de suínos no Brasil é uma das mais tradicionais no setor agropecuário, em 2018 foram produzidas 3,75 mil toneladas, ficando apenas atrás de China, União Europeia e Estados Unidos (ABPA, 2018). De acordo com Sindirações (2018), em 2018, a produção brasileira de suínos consumiu 16,8 milhões de toneladas de milho. No mesmo ano, foram abatidas cerca de 44,2 milhões de cabeças, um volume recorde no setor (IBGE, 2018).

A alimentação dos suínos representa cerca de 70% a 80% dos seus custos, sendo que a ração de milho seco é a principal fonte de energia onde se encontra a maior parte dos custos (SILVA *et al.* 2006). Desta forma, a utilização de silagem de grãos úmidos de milho, torna-se uma saída para diminuir os custos tanto para produtores de milho e suínos, além de aumentar o valor nutritivo para os animais (SOUZA, 2001). Desta forma, a silagem de grãos de milho úmida é utilizada para resolver o problema de armazenamento de grãos em áreas rurais, e para melhorar o valor nutricional deste alimento, mas também reduz a poluição da dieta do animal (PEREIRA *et al.* 2017).

Essa é uma técnica que vem crescendo no Brasil, principalmente nas regiões que são produtoras de milho, com a capacidade de reduzir os custos da alimentação animal. O custo na criação de suínos pode diminuir de 15% a 25%, já que o milho representa 50% a 75% do volume de rações (NUMMER, 2001).

A suinocultura brasileira assim como os outros setores do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos anos, esse crescimento está ligado a fatores econômicos, sociais, volume de exportações, participação no mercado mundial entre outros (ROSTAGNO *et al.* 2011). Com a elevada demanda da carne suína, os animais passaram a ser criados em confinamentos, e devido a essa condição se fez necessário o uso de dietas complexas (XAVIER *et al.* 2013).

De acordo com Bertechini (2004), os animais monogástricos ou não ruminantes são caracterizados da seguinte forma: baixa capacidade de armazenamento de alimentos, dessa forma eles precisam ter acesso contínuo a alimentação; alta disponibilidade dos nutrientes, pois o alimento passa muito rapidamente pelo seu trato digestivo; exigem suas dietas concentradas, devido à

baixa microflora existente em seu trato digestivo; apresenta baixa capacidade de dirigir alimentos que contêm fibras.

Na produção moderna de suínos, com a crescente produção e o desmame precoce, com o intuito de potencializar a produtividade das matrizes em função dos leitões, agravam os problemas digestivos na fase de creche (LOPES *et al.* 2001).

O desmame precoce é um fator crítico, devido a vários fatores, como por exemplo: estresse associado a separação da mãe, mudança de ambiente, falta de controle ambiental, má adaptação a comedouros e bebedouros, má adaptação a outros leitões, troca brusca da dieta, que como consequência levam a queda da imunidade e consumo, o que agrava as chances de doenças e diminui a taxa de crescimento (QUADROS *et al.* 2002).

O milho seco tem sido a principal fonte energética para animais monogástricos e o responsável por maior parte da composição da ração para suínos (OLIVEIRA *et al.* 2004). Este apresenta um elevado nível energético, com cerca de 72% de amido, baixa incidência de fibras 2% e uma alta aceitação pelos animais. O milho associado ao farelo de soja pode suprir as necessidades nutricionais dos animais, por apresentarem dois aminoácidos, a lisina e o triptofano (MOREIRA *et al.* 2001).

Dietas fornecidas a leitões que contêm milho e farelo de soja após o desmame, estimulam problemas fisiológicos digestivos, que afetam negativamente no seu desempenho (TRINDADE NETO *et al.* 2002). Dessa forma, o desmame é um período crítico, pois o leitão desmamado não tem plena formação do sistema imunológico e digestivo, devido a transição do leite para uma ração seca (FIGUEIREDO *et al.* 2003).

Vale ressaltar que, pois, após o desmame, o leitão não sessa a produção de HCl, portanto não acidifica a digestão, desta forma a silagem pode ajudar. Pois a utilização de silagem de grãos úmidos de milho nas rações em leitões na fase de creche, proporciona maior acidez e menor taxa de esvaziamento estomacal nas primeiras nove horas após a alimentação, em relação ao milho seco, o que garante um fluxo adequado até o intestino delgado e melhor digestão (LOPES *et al.* 2001).

De acordo com Lopes *et al.* (2001) a absorção do total de matéria seca, energia e do nitrogênio da silagem de grão úmido de milho na alimentação dos suínos foi em média 4% maior comparados com aqueles que receberam milho seco.

2.4.1 Desempenho alimentar de leitões em fase de creche

Com as grandes variedades de ingredientes de origem animal ou vegetal processada de diversas formas, tem sido utilizada como fonte de proteínas ou energia nas dietas de pré-iniciais de leitões. Com o objetivo de aumentar a digestibilidade das dietas de desmame, enquadrando ao grau de amadurecimento do trato gastrointestinal, varia com a idade e peso dos animais ao desmame (BERTOL *et al.* 2000).

Com menos de 35 dias de idade o pH estomacal dos leitões varia entre 3,8 e 4,2, o que acaba limitando a proteólise gástrica, devido que a pepsina gástrica é ativada lentamente no pH 4 e rapidamente ativada em pH 2. Sendo assim, os leitões nessa faixa de idade têm dificuldade em absorver proteínas de origem vegetal, no entanto as proteínas de origem do leite têm uma ótima absorção (SOUZA, 2001).

Engelke *et al.* (1984) obtiveram em seu trabalho resultados semelhantes quanto ao valor nutricional para o milho estocado sob a forma de silagem de grãos úmidos de milho (SGUM) e o milho seco, na alimentação de suínos em fases de crescimento e terminação, comparando-se usando a mesma base de matéria seca.

Leitões aos 21 dias de idade apresentam seu sistema digestório em desenvolvimento, conforme o nível de lactase reduz, o nível da maioria das outras enzimas digestivas aumenta, e atinge um grau satisfatório na capacidade para digerir amido, sacarose e óleos vegetais aos 42 dias de idade (BERTOL *et al.* 2000).

Desde que os princípios básicos de preparação e uso sejam estritamente seguidos, a silagem de grãos de milho úmidos na dieta dos leitões iniciais tem melhor desempenho e menos diarreia, e pode substituir com vantagem o milho seco na dieta dos leitões nas fases iniciais (LOPES *et al.* 2001).

A silagem de grão de milho úmido em comparação com a ração convencional (composta de milho e farelo de soja), apresenta maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca, energia e do nitrogênio (NUMMER, 2001). De acordo com Lima *et al.* (1998) a fermentação anaeróbica que ocorre na silagem de grão de milho úmido é o que proporciona maior obtenção de energia para os animais, com relação ao milho seco. Desta forma, a utilização de silagem de grão de milho úmido para leitões melhora a conversão alimentar e reduz a incidência de diarreia em relação ao milho seco (LOPES *et al.* 2001).

Os suínos que foram alimentados com silagem de grão de milho úmido, tiveram em média 4% a mais o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, energia e nitrogênio, do que os alimentados com milho seco (JOBIM *et al.* 2001).

Oliveira *et al.* (2004) relata que a maior digestibilidade da MS ocorre devido a pré-digestão que o milho sofre no processo de ensilagem, em conjunto com as ações das enzimas digestivas presentes nas partículas úmidas do milho e pôr fim a acidez da silagem que atrasa a permanência do alimento no estômago.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Ensaio 1

O trabalho foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) e Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), ambas pertencentes à UNESP, Campus de Botucatu/SP, junto aos departamentos de Engenharia Rural e de Produção Animal, respectivamente e autorizado pelo comitê de ética com Protocolo CEUA 0275/2018. O município de Botucatu encontra-se em local com coordenadas geográficas de 22° 52' 20" latitude S e 48° 26' 37" longitude W Greenwich, com altitude média de 770 metros e clima subtropical, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos.

A semeadura foi realizada numa área da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à FCA/UNESP-Botucatu, em sistema convencional, com aplicação de calcário antes da grade pesada e mais uma aplicação antes da passagem de grade niveladora. O plantio foi realizado com semeadora Tatu PST2, num espaçamento de plantio de 5,7 sementes por metro nas linhas (17,54 cm por semente) e de 0,85 metro nas entrelinhas. A adubação de plantio foi de 300 kg ha na proporção de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) em 8-28-16. Utilizou-se o herbicida Glifosato em situação de pré e pós-emergência.

O teor de água dos grãos foi monitorado pelo método de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2009) até o momento da primeira colheita, em março de 2018, quando a umidade estava próxima de 35% (testemunha T1). As colheitas subseqüentes foram efetuadas quando o teor de água no grão atingiu valores próximos a 22% (submetidos à secagem em alta temperatura – T2), 18% (submetidos à secagem em silo com ar à temperatura ambiente – T3) e 13% (submetidos à secagem na planta – T4).

3.1.1 Avaliação do efeito imediato do processamento sobre a qualidade

Os tratamentos consistiram em avaliar a silagem de grão úmido (SGU) obtida do milho ensilado naturalmente (sem reidratação) e comparada com as silagens obtidas artificialmente, por meio da reidratação do grão seco em três diferentes

sistemas de secagem, conforme detalhado a seguir. Esta primeira etapa da pesquisa não contemplou qualquer período de armazenamento dos grãos depois de secos, os quais foram imediatamente reidratados e ensilados.

T1 (Testemunha) - colhido com teor de água de 33%, assim que detectado o ponto de maturidade fisiológica, e, após retirado do campo, foi transportado até o paiol da Fazenda Experimental onde passou por processo de moagem, em peneira de 5 mm, tamanho recomendado na alimentação de suínos (LOPES, 2001). Em seguida, foi acondicionado hermeticamente em silos-bag de polietileno (Figura 2), medindo 0,30 x 1,30 metros, com densidade de compactação de cerca de 800 kg m³.

Figura 2 – Silos bolsa (silo-bag).



Fonte: o autor.

T2 (Secagem em Alta Temperatura) - a colheita foi realizada com umidade de 22% b.u. e os grãos levados até o secador da marca D'Andrea, em secagem contínua, até o teor de umidade final atingir 13%. Após a secagem, foi feita a trituração desses grãos secos em moinho do tipo serra em peneira de 5 mm e reidratados em umidade aproximada de 35%. Imediatamente, foram compactados e armazenados hermeticamente em tambores metálicos, com capacidade para 200 litros (Figura 3), com densidade de compactação de cerca de 1.000 kg m³.

Figura 3 – Tambor que foi utilizado para ensilar o milho seco em alta temperatura, seco ar natural e seco no campo.



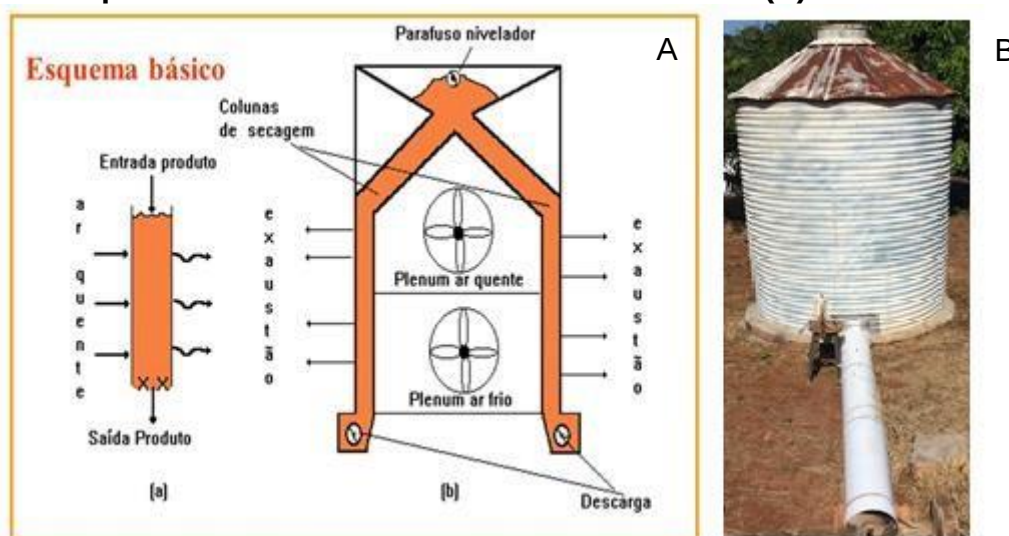
Fonte: MFRURAL, 2021

T3 (Secagem com ar à temperatura ambiente) - a colheita foi realizada com umidade nos grãos de 18% b.u. e transportados até o silo-secador, onde se procedeu a secagem lenta insuflando ar em temperatura ambiente, até atingir a umidade de 10%. Posteriormente, o milho seco foi triturado pelo moedor elétrico e reconstituído até atingir umidade aproximada de 35%, compactado e estocado hermeticamente em tambores metálicos, com capacidade para 200 litros, com densidade de compactação de cerca de 1.000 kg m³.

T4 (Secagem na planta) - a colheita ocorreu quando a umidade dos grãos atingiu 13% b.u., sendo então transportados para o paiol onde foram submetidas à trituração pelo moedor elétrico em peneira de 5 mm e reconstituídas até atingirem umidade de 35%. Imediatamente, foram compactados e armazenados hermeticamente em tambores metálicos, com capacidade para 200 litros, com densidade de compactação de cerca de 1.000 kg m³.

A secagem artificial com ar aquecido foi realizada em um secador de fluxo cruzado, de fogo indireto, com capacidade de secagem de 3 t.h⁻¹, operado em sistema contínuo. A secagem com ar natural ocorreu em um silo-secador de chapa metálica medindo 2,20 metros de diâmetro por 6,0 metros de altura, com capacidade para seis toneladas de milho (Figura 4 A e B).

Figura 4 – Esquema básico do secador de Fluxo cruzado (A) e Silo-secador (B).



Fonte: Brazil Documentos, 2021 (A); o autor (B).

Em ambos os processos foram monitoradas a temperatura do ar de secagem e a temperatura da massa de grãos por meio de sensores termoeletrônicos localizados no plenum e no produto. No secador de fluxo cruzado a temperatura do ar variou entre 60°C e 80°C, com a temperatura do grão atingindo média de 35 °C. O teor de água durante a secagem foi acompanhado pelos medidores de umidade. No secador de fluxo cruzado foram necessárias 8 horas para secagem do grão e a secagem de ar natural foram necessários 15 dias para ocorrer a secagem do grão.

Para a secagem na planta, foi reservada uma área com cerca de 0,5 hectares no campo de produção, onde o teor de água dos grãos foi monitorado e determinado pelo método de estufa a 105 $\pm$ 3 °C (BRASIL, 2009), até que atingiram a umidade de 13%, onde então foi realizada a colheita mecanizada.

Os silos bolsa utilizados no T1 mediam 0,30 m de diâmetro por 1,30 m de comprimento, polietileno de alta resistência, utilizando filme extrusado com três camadas na sua fabricação e apresentando a face interna preta e a externa branca. Obteve-se, assim, além da hermeticidade, a obstrução total à passagem de luz, proporcionando menor aquecimento na superfície do produto armazenado.

No entanto, foi necessário buscar uma nova alternativa de acondicionamento para a ensilagem, pois a compactação no silo bolsa atingia em média 860 kg m³. Passou-se a utilizar, então, tambores metálicos com capacidade para 200 L. Os tambores adotados nos T2, T3 e T4 mediam 0,565 m de diâmetro por 0,83 m de altura, provenientes de produtos alimentícios, dotados de tampas e anéis de vedação. A compactação média obtida nesses tambores foi de 1.106,48 Kg m³.

Foi adotada a Equação 1 para calcular a quantidade de água a ser empregada na reconstituição da umidade do milho para 33% b.u., de acordo com Costa *et al.* (1999), adicionando 20% a mais de água como fator de segurança.

$$\Delta M = \frac{P_i (U_f - U_i)}{100 - U_f} \quad (1)$$

Em que: ΔM : umidade média, P_i : peso do milho a ser reidratado, U_f : umidade final do milho % b.u. e U_i : umidade inicial do milho % b.u.

3.1.2 Análises de qualidade do grão e da silagem

3.1.2.1 Condutividade elétrica dos grãos

Foram contados 25 grãos de milho, em quatro repetições por tratamento, sendo pesados em becker tarado de 250 ml. Em seguida, adicionou-se 75 ml de água deionizada aos grãos que foram alocados numa B.O.D. com temperatura de 20°C, por 24 horas. Decorrido o período, a solução foi agitada suavemente e realizado a leitura em condutivímetro de bancada marca AZ, conforme ISTA, citado e adaptado por Paraginski *et al.* (2015).

3.1.2.2 Análises bromatológicas e pH da silagem

Após 28 dias de ensilagem, os silos bolsa e tambores foram abertos e as amostras retiradas para as análises bromatológicas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), segundo Brasil (1978).

A análise de pH foi realizada no Laboratório de Processamento de Grãos e a metodologia foi baseada e adaptada do manual de determinações físico-químico do Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram pesados 10 gramas da amostra em um becker tarado de 250 mL, em seguida foram adicionados 100 mL de água deionizada e colocado para agitar por 30 minutos num agitador magnético, após decorrido o tempo, a solução ficou em repouso por 10 minutos e em seguida foi aferido o pH utilizando um pH-metro digital.

3.1.2.3 Delineamento experimental e análise estatística do ensaio de qualidade do alimento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, consistindo em 4 tipos de ensilagem (grão úmido natural, grão reidratado após secagem em alta temperatura, grão reidratado após secagem em baixa temperatura, grão reidratado após secagem na planta), com quatro repetições, totalizando 16 parcelas.

Os resultados de condutividade elétrica do grão e pH da silagem foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), e entre os tratamentos de pH das silagens de efeito imediato e efeito latente após um ano por TStudent com pós teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$), empregando-se o programa estatístico GRAPHPAD PRISM 5.

3.2 Ensaio 2

3.2.1 Desempenho de leitões em fase de creche

Foi realizado um experimento na Área de Ensino, Pesquisa e Extensão (AEPE) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ – UNESP - Botucatu/SP) e autorizado pelo comitê de ética com Protocolo CEUA 0275/2018. Os animais foram alojados em salas de creche de alvenaria, contendo 20 baias metálicas suspensas, com 1,75 m², equipadas com comedouro, bebedouro tipo chupeta e campânula com resistência elétrica, durante o período de 16 de agosto a 11 de setembro de 2018.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (por peso), com quatro tratamentos, cinco repetições e três animais por baia (unidade experimental), totalizando 60 leitões recém-desmamados com idade média de 28 dias (8,96 kg, $\pm$ 1,40 kg), 30 machos castrados e 30 fêmeas. Os critérios para a formação dos blocos foram o peso e sexo.

Figura 5 – Distribuição dos animais na baia.



Fonte: O autor.

O período experimental totalizou 26 dias. As parcelas experimentais foram divididas por 3 leitões e a cada unidade experimental foi aleatoriamente distribuído os seguintes tratamentos:

T1 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho (64,39% de MS) que foram colhidos assim que atingirem a maturidade fisiológica, com cerca de 33% b.u.

T2 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho (65,81% de MS) colhidos com 22% b.u. e, imediatamente, foram secos em alta temperatura em torno de 60°C a 80°C, em secagem contínua.

T3 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho (62,17% de MS) colhidos com teor de água de aproximadamente, 18% b.u. e submetidos à secagem em silo-secador, com ar natural.

T4 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho (61,17% de MS) foram colhidos com cerca de 13% b.u. após secagem na planta.

As rações foram inicialmente formuladas com base no milho seco. Os teores de matéria seca das silagens foram corrigidos para 88% de matéria seca (milho seco) e foram utilizados fatores de correção para substituição do milho seco pelas respectivas silagens nas rações.

Adotou-se o programa de alimentação em três fases, sendo: Fase 1 - dieta pré-inicial 1 (0-11 dias); Fase 2 - dieta pré-inicial 2 (12-18 dias) e Fase 3 - dieta

inicial (19 aos 26 dias). Todas as dietas foram isoenergéticas, isoproteicas e formuladas de modo a atender as exigências nutricionais mínimas dos animais, de acordo com Rostagno *et al.* (2017).

Tabela 1 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais.

Ingrediente	Pré-inicial 1	Pré-inicial 2	Inicial
Milho, Silagem	32,816	43,170	58,368
Farelo de soja	19,000	24,000	29,000
Açúcar	5,00	4,000	3,000
Óleo de soja	1,500	2,500	3,250
Fosfato	0,300	0,350	0,360
L-Lisina HCl	0,315	0,320	0,440
DL-Metionina	0,160	0,105	0,200
L-Treonina	0,200	0,190	0,227
L-Triptofano	0,060	0,050	0,045
L-Isoleucina	0,2490	0,095	
L-Valina	0,400	0,220	0,110
Núcleo Rapid 1®*	40,000		
Núcleo Rapid 2®*		25,000	
Núcleo Rapid 3®*			5,000
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Valores nutricionais calculados			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.420	3.394	3.350
Proteína Bruta (%)	19,390	19,030	18,960
Cálcio (%)	0,729	0,824	0,850
Fósforo disponível (%)	0,492	0,476	0,432
Lisina Digestível (%)	1,452	1,353	1,248
Metionina + Cistina digestível (%)	0,873	0,755	0,713
Treonina digestível (%)	0,975	0,901	0,813
Triptofano digestível (%)	0,276	0,250	0,239
Isoleucina digestível (%)	0,803	0,744	0,692
Valina digestível (%)	1,001	0,292	0,864
Lactose (%)	12,500	8,495	4,500
Sódio (%)	0,293	0,242	0,207

* A descrição da composição de núcleo comercial de suínos encontra-se no Anexo A.

3.2.1.1 Desempenho animal

Para avaliação do desempenho, os animais, a ração fornecida e as sobras foram pesadas no início e no final de cada fase do experimento, para determinar o ganho diário de peso, o consumo diário de ração e conversão alimentar.

3.2.1.2 Incidência de diarreia

Durante o período experimental os leitões foram observados todas as manhãs e tardes com a finalidade de determinar a incidência de diarreia. O monitoramento das fezes foi realizado quanto a sua consistência e aspecto, de acordo com a metodologia proposta por Marquardt *et al.* (1999) e modificada por Heo *et al.* (2009), com o uso de escores subjetivos numa escala de três pontos, sendo 1 = fezes normais (bem formadas), 2 = fezes pastosas e 3 = diarreia. A incidência de diarreia foi estimada diariamente para cada baia com base no percentual de leitões que apresentavam diarreia.

3.2.1.3 Delineamento experimental e análise estatística do ensaio de desempenho animal

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento PROC GLM do SAS, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5%.

3.3 ENSAIO 3

3.3.1 Avaliação do Efeito Latente do Processamento Sobre a Qualidade

Na última etapa deste estudo, foi analisado o efeito latente de três sistemas de secagem sobre a qualidade do grão de milho, após um ano de armazenamento e antes de ser processado para silagem. Assim, em março de 2018, após a finalização de cada tratamento de secagem testado na primeira etapa, alta temperatura (T2), baixa temperatura (T3) e na planta (T4) os grãos foram acondicionados hermeticamente em silos-bag de polietileno, medindo 0,30 m x 1,30 metros, pelo período de um ano, em ambiente de laboratório.

Em março de 2019, os silos-bag foram então abertos e os grãos de milho oriundos de cada tratamento de secagem foram encaminhados para uma análise qualidade, por meio do teste de condutividade elétrica. Na sequência, estes grãos foram triturados, separadamente, em moinho mecânico, em granulometria de 5 mm. Em seguida, foram reumedecidos até atingirem 33% de teor de água e, imediatamente, acondicionados em recipientes de plástico (enchimento e

compactação manuais). Como recipientes-testes ou minissilos, foram utilizados tubos de PVC de 6 polegadas (cerca de 0,15 m de diâmetro) cortados com 0,30 m cada (altura), com capacidade para 5 L de silagem, aproximadamente, lacrados com caps de PVC, com válvulas numa das extremidades para o escape dos gases produzidos. Os minissilos foram acomodados em ambiente de laboratório, protegidos da radiação solar. No dia 25 de abril de 2019, após decorrer um processo fermentativo de mais de 50 dias, os minissilos foram abertos e as silagens submetidas às análises de qualidade por meio da determinação do pH.

3.3.2 Delineamento experimental e análise estatística para o ensaio de efeito latente

Para avaliar o efeito latente dos três sistemas de secagem testados sobre a qualidade do grão milho, após um ano de armazenamento e antes de ser processado para silagem, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Após análise de variância (ANOVA) as médias do teste de condutividade elétrica e do pH foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), empregando-se o programa estatístico SigmaStat versão 3.5.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de caracterizar o alimento obtido, na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise bromatológica realizada na silagem oriunda de cada tratamento, logo após a abertura dos tambores, respeitando-se um tempo mínimo de ensilagem de 28 dias. Comparando-se os teores de proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, verifica-se que não houve grandes variações entre os tratamentos e que todas as silagens obtidas na primeira etapa da presente pesquisa apresentaram composição compatível, em relação àquelas obtidas a partir do grão naturalmente úmido ou de grãos reidratados (OLIVEIRA *et al.* 2004).

A maior variação entre os teores de matéria seca das silagens pode ser explicada pelo processo artificial de reconstituição dos grãos que estavam secos o qual, por mais padronizado que estivesse, não permitiu uma absorção de água uniforme pelo material. Destaca-se, que os valores atingidos ficaram dentro daqueles recomendados pela prática, ou seja, um teor de água nos grãos entre 30% e 40%.

Tabela 2 – Valores médios da porcentagem de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Bruta (FB) nas silagens testadas.

Tratamento	MS [%]	PB [%]	EE [%]	FB [%]
T1	64,39	8,89	2,76	1,66
T2	65,81	9,59	3,16	1,77
T3	62,17	8,86	3,1	1,62
T4	61,17	8,86	2,89	1,78

4.1 Avaliação do efeito imediato do processamento sobre a qualidade do milho

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios da condutividade elétrica (CE) dos grãos, sem período de armazenamento, e do pH das silagens obtidas a partir dos grãos naturalmente úmidos (T1) e da reconstituição de grãos secos em diferentes sistemas de secagem (T2 a T4). As médias de CE obtidas nos tratamentos, variando de 7,51 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (T1) a 17,34 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (T2), apontam

para valores relativamente baixos, o qual sinaliza uma boa condição inicial dos grãos.

Tabela 3 – Valores médios de condutividade elétrica e pH das selagens dos grãos naturalmente úmidos (T1) e da reconstituição de grãos secos em alta temperatura (T2), em baixa temperatura (T3) ou na planta (T4).

Tratamento	CE dos grãos ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)*	pH silagem*
T1	7,51 a	4,30 bc
T2	17,34 b	4,32 c
T3	8,40 a	4,15 a
T4	11,25 a	4,23 b

(*) médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A condutividade elétrica tem sido determinada em grãos, como mais uma variável que pode contribuir para as estimativas de perdas de conteúdo celular durante o processo de ensilagem. Grãos com menor valor de condutividade elétrica indicam menor degradação na integridade das membranas celulares e sua qualidade mantida. As maiores perdas de açúcares e solutos ocorrem proporcionalmente quanto maior for a condutividade elétrica medidas nos grãos devido a ocorrência de danos nas membranas celulares (JOBIM *et al.* 2007).

Considerando os resultados dessa análise, verifica-se que os grãos que não passaram por processamento de secagem (T1) ou com secagem em baixas temperaturas (T3 e T4) apresentaram a melhor conservação (menores valores de condutividade elétrica) se comparado ao T2 (altas temperaturas). Desta forma, a secagem em alta temperatura (T2) causou efeito deletério sobre a integridade dos grãos de milho.

A temperatura máxima, admissível de secagem deve ficar na dependência da natureza do produto e do fim para o qual se destina. A temperatura que pode danificar uma semente varia com a espécie e com o seu teor de umidade inicial. Recomenda-se, para a maioria das espécies, temperatura de secagem de 32 °C, quando o seu teor de umidade for superior a 18% b.u. e 38 °C quando estiver entre 11 e 18% b.u., sendo estes valores determinados na massa de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988).

Embora os valores de pH de todos os tratamentos tenham ficado muito próximos entre si e da faixa esperada para uma fermentação de qualidade (entre 3,8 a 4,2), verificam-se diferenças significativas entre as médias, sendo que os melhores valores foram observados no T3 (4,15) e os maiores valores no T2 e T4 (4,32; 4,23, respectivamente) (Tabela 3). Igarasi *et al.* (2008) obtiveram resultados semelhantes, 4,50 a 4,68 pH para tratamentos utilizando a umidade em torno de 35%, levando em consideração que o pH para silagens de grão úmidos reconstituídos pode ser maior do que as silagens de grãos convencionais (LOPES *et al.* 2005).

Corroborando os resultados obtidos na análise de condutividade elétrica, observa-se, novamente, a secagem em alta temperatura prejudicou também a fermentação durante a ensilagem, cujos valores de pH situaram-se entre os mais altos. Possivelmente, a maior perda de solutos pela membrana celular dos grãos secos em alta temperatura tenha retardado o início da fermentação dos açúcares pelas bactérias ácido lácticas (BAL), comprometendo a redução do pH final da silagem (BATISTA, 2019).

4.2 Desempenho de leitões em fase de creche

Na tabela 4, são apresentados dados de desempenho dos leitões em fase de creche, durante os três períodos experimentais monitorados: de 0 a 11 dias, de 0 a 18 dias e de 0 a 26 dias de idade dos leitões.

Tabela 4 – Médias de peso inicial (Pi), peso final (Pf), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) dos leitões durante o período experimental (26 dias).

Tratamentos ¹						
Variáveis	T1	T2	T3	T4	CV ²	Valor P
<i>Dias 0 a 11</i>						
Pi (kg)	9,028	8,888	8,921	9,007	1,945	0,5485
Pf (kg)	11,480 ^{ab}	11,910 ^a	11,970 ^a	11,330 ^b	2,526	0,0122
CDR (g)	0,398	0,443	0,430	0,396	7,237	0,0690
GDP (g)	0,224 ^{bc}	0,275 ^{ab}	0,277 ^a	0,211 ^c	11,244	0,0044
CA	1,782 ^{ab}	1,559 ^{bc}	1,558 ^c	1,899 ^a	6,760	0,0023
<i>Dias 0 a 18</i>						
Pf (kg)	16,444	16,923	17,197	16,241	3,654	0,1031
CDR (g)	0,693	0,723	0,706	0,706	5,011	0,6218

Tratamentos ¹						
Variáveis	T1	T2	T3	T4	CV ²	Valor P
GDP (g)	0,412	0,446	0,460	0,402	8,178	0,0703
CA	1,656 ^{ab}	1,623 ^{ab}	1,537 ^b	1,768 ^a	6,367	0,0294
<i>Dias 0 a 26</i>						
Pf (kg)	22,238	22,646	22,101	21,543	3,420	0,1988
CDR (g)	0,950	0,982	0,996	0,986	4,104	0,3465
GDP (g)	0,508	0,529	0,507	0,482	5,931	0,1588
CA	1,880	1,858	1,983	2,056	6,257	0,0797

¹ Médias nas linhas com letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Pela análise da Tabela 4, no primeiro período (0 a 11 dias), verifica-se uma diferença significativa entre os tratamentos em relação ao peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar. Nota-se que, para essas três variáveis, as rações oriundas dos tratamentos T2 e T3 (secos artificialmente) proporcionaram os melhores desempenhos. O milho seco no campo, preso à planta (T4), foi o que gerou o alimento menos competitivo. O alimento considerado testemunha (T1), que não passou pelo processamento de secagem, apresentou desempenho intermediário, não se diferenciando estatisticamente dos tratamentos T2, T3 e T4.

Com o avanço na idade, aos 18 dias, a diferença significativa entre os tratamentos manteve-se apenas para a variável conversão alimentar, a qual também apontou para um melhor desempenho do tratamento T3 (seco em baixa temperatura), diferenciando-se estatisticamente do T4 (seco na planta). Os tratamentos T1 e T2, apesar de mostrarem um desempenho intermediário, não diferiram estatisticamente de T3 e nem de T4.

A melhor conversão alimentar (CA) durante os períodos de 0 a 11 e 0 a 18 dias, obtida nesse trabalho, corrobora os resultados apresentados por Lopes *et al.* (2001), Tófoli *et al.* (2006), Tse *et al.* (2006) e Castro *et al.* (2009) em que foram atribuídas alterações estruturais que ocorreram no endosperma do grão ensilado e ao pH das rações com silagem.

Durante o processo de ensilagem, ocorrem alterações no endosperma dos grãos, com o rompimento da matriz protéica (LOPES *et al.* 2000). Há, também, modificações estruturais nas partículas do amido, favorecendo a sua digestão (LOPES *et al.* 2002). Associado ao menor pH das silagens, pode ser facilitado a redução do pH no estômago e, como consequência, maior taxa de retenção da digestão, maior ativação das pepsinas e redução de proliferação de coliformes,

maior degradação dos minerais da dieta e melhor saúde intestinal (BERTO *et al.* 2001; SARTORI *et al.* 2002).

Ao se contabilizar o período total de ensaio de desempenho, até aos 26 dias de idade dos leitões, verifica-se que não houve efeito ($p > 0,05$) das rações no peso final, consumo diário, ganho de peso e na conversão alimentar. Experimentos similares conduzidos por Castro *et al.* (2009), Tófoli *et al.* (2006) e Tsé *et al.* (2006), destacaram ausência de efeitos da silagem de grão de milho úmido nessas variáveis durante a fase de creche.

Por outro lado, embora não tenha havido diferença estaticamente significativa entre as dietas com silagem de grão úmido para o período de creche como um todo (0 a 26 dias), as diferenças significativas detectadas nas fases iniciais (até aos 18 dias) corroboram com Lima *et al.* (1998), que destacaram que a fermentação que ocorre na silagem produz um alimento como maior taxa de digestibilidade e disponibilidade de energia relacionada ao baixo pH, o qual facilita o desempenho dos animais jovens, que têm a capacidade reduzida de acidificação dos alimentos no estômago.

Nesse sentido, os tratamentos que mais se destacaram positivamente foram o T2 (secagem lenta) e o T3 (secagem rápida), sugerindo que quando não for possível ensilar o grão naturalmente úmido, deve-se proceder a secagem artificial, evitando deixar o milho secar no campo por muito tempo.

4.3 Avaliação do efeito latente do processamento sobre a qualidade do milho

A Tabela 5 apresenta os valores médios da condutividade elétrica (CE) dos grãos, após período de um ano de armazenamento, bem como, do pH das silagens obtidas a partir de grãos secos em diferentes sistemas de secagem e reconstituídos após período de um ano de armazenamento.

Tabela 5 – Médias da condutividade elétrica (CE) dos grãos e do pH das silagens obtidas a partir de grãos secos em alta temperatura (T2), em baixa temperatura (T3) ou na planta (T4), após período de um ano de armazenamento.

Tratamento	CE dos grãos ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)*	pH silagem*
T2	19,377 b	4,46 a
T3	12,170 a	4,59 a
T4	16,530 ab	4,77 b

(*) médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na análise de variância após um ano de armazenamento (efeito latente), verifica-se que pelo menos dois sistemas diferiram entre si quanto a variação na condutividade elétrica dos grãos (Tabela 5). Verificou-se que somente o T2 e o T3 diferiram significativamente entre si, enquanto os grãos armazenados oriundos do sistema seco na planta (T4) mostraram-se com qualidade intermediária, com valores que não diferem dos demais tratamentos. Observa-se que o período de um ano de armazenagem em silo-bag, praticamente, não alterou o comportamento que se tinha antes do armazenamento, com o sistema de secagem com baixa temperatura (T3), sendo o método que mais conservou a integridade das membranas celulares. Vale destacar, porém, que após um ano de armazenamento (Tabela 5), para todos os tratamentos, houve uma perda de qualidade indicada pelo aumento de condutividade elétrica, inerente ao próprio envelhecimento dos grãos.

Os valores médios de pH obtidos dentro dos tratamentos foram de 4,46 no T2, 4,59 no T3 e 4,77 no T4. Esses valores, como demonstrados pelo teste de média, indicam que houve diferenciação estatística entre os tratamentos T2 e T4; T3 e T4.

Segundo Van Soest (1994) a qualidade da silagem pode ser influenciada, entre outros fatores, pelo processo fermentativo da massa, uma vez que, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração, fermentação aeróbia, processos de decomposição ou perdas de efluentes. Entre os parâmetros que determinam a qualidade da fermentação, estão os valores de pH. Os valores de pH estão relacionados às concentrações de carboidratos solúveis na forragem a ser ensilada, pois estes contribuem para a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, que são importantes para obtenção de boa silagem. A acidez atua diminuindo a atividade proteolítica ocasionada por enzimas da própria planta e, ainda, controla ou inibe o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e também da própria atividade das bactérias produtoras de ácido láctico (TOMICH *et al.* 2003).

Verifica-se, pelos dados de pH da silagem pronta, que o efeito da secagem em alta temperatura sobre a fermentação não se confirmou quando utilizou-se o grão guardado por um ano, em silo-bag, antes da sua reidratação. Provavelmente, o tempo de estocagem favoreceu a proliferação de microrganismos prejudiciais à fermentação láctica, minimizando as diferenças impostas pelos sistemas de secagem, antes do armazenamento (REIS; MOREIRA, 2017).

Ainda em relação ao pH, nota-se que não houve a redução dos seus valores aos patamares desejados (3,8 a 4,2), tendo alguns tratamentos, inclusive, apresentado pH maiores do que 4,5. Embora Kera (2013) indique que, numa boa silagem sem inoculantes, o tempo necessário para reduzir o pH abaixo de 4,5 é de, pelo menos, 30 dias, esse tipo de comportamento sinaliza o risco de desenvolvimento de microrganismos indesejáveis nas silagens de grãos, o que pode encorajar a atividade dos clostrídios. Os resultados obtidos nessa pesquisa confirmam os achados em outros estudos (CARVALHO, 2014; FERNANDES, 2014) que conferem à silagem de grãos reidratados uma qualidade higiênica inferior à dos grãos ensilados naturalmente úmidos, tendo em vista as operações de processamento (secagem, armazenagem) contribuírem para um maior grau de estresse do grão e alto potencial de infestação por microrganismos (dos gêneros *Clostridium* e *Enterococcus*) produtores de ácidos orgânicos considerados indicadores negativos de qualidade da silagem (ácidos butírico e acético).

Vale destacar, finalmente, que alguns fatores de manejo são determinantes sobre a qualidade de silagens de grãos úmidos e podem ter interferido nos resultados dessa pesquisa. Possivelmente, a má qualidade da fermentação acompanhada pelo discreto abaixamento do pH das silagens obtidas a partir do milho armazenado por um ano, suscitam, também, que o teor de água adotado para o reumedecimento dos grãos secos (acima de 30%) foi desfavorável.

Apesar de Andrade Filho *et al.* (2010) e Moraes (2016) afirmarem, com base no pH final e digestibilidade das silagens, que a reconstituição dos grãos secos deveria estar acima de 30% até 35%, respectivamente, os resultados obtidos neste trabalho os contradizem. Corroborando com Andrade (2013) essa pesquisa mostra que a reidratação das silagens de grãos úmidos de milho a um teor de água não superior a 30% seria o mais recomendado. Provavelmente, o reumedecimento do grão seco até 35%, como realizado neste ensaio, resultou no crescimento mais rápido de microrganismos indesejáveis ao processo de ensilagem (beneficiados pelo aumento da umidade), os quais competiram com as bactérias ácido lácticas por substratos e diminuíram a produção de ácidos orgânicos (lático, principalmente), com o consequente aumento de perdas durante a fermentação.

5 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos no presente trabalho conclui-se que:

- O sistema de secagem em alta temperatura (T2) foi o que mais prejudicou a qualidade do grão seco e da fermentação da silagem confeccionada logo após o processamento dos grãos;
- O ensaio de desempenho animal detectou diferenças entre os tratamentos, em favor da secagem artificial dos grãos, T2 (secagem lenta) e o T3 (secagem rápida), apenas até aos 18 dias de idade dos leitões;
- O pH da silagem confeccionada imediatamente após a secagem dos grãos indicou melhor qualidade do alimento em relação àquele confeccionado com o grão armazenado pelo período de um ano;
- Após um ano de armazenamento do grão seco, não se detectou diferenças entre os três sistemas de secagem testados, porém recomenda-se o uso do grão seco em baixa temperatura (T3), por ser o método mais prático e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína animal. **Relatório Anual 2018**. 2018. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- ANDRADE FILHO, R. *et al.* Reconstituição, inoculação e ensilagem de grãos de milho maduro. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador, BA. **Anais ...** Salvador, 2010.
- ANDRADE, L. P. de. **Silagem de grão de milho reidratado com soro de leite e água**. 2013, 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano. Alfenas - MG, 2013.
- ANTUNES, L. E. G.; VIEBRANTZ, P. C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 615-620, 2011.
- ARCARI, M. A. *et al.* **Uso de silagem de milho reidratado em dietas de vacas leiteiras**. Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal – VNP - Universidade de São Paulo, 2015.
- BAKKER-ARKEMA, F.W. High-temperature grain drying. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS, 1993, Canela. **Anais...** Canela: CESA / FAO, 1994. p.163-176.
- BATISTA, J. D. O. **Enzimas amilolíticas na ensilagem de milho reidratado armazenada por diferentes períodos**. 2019, 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal). Universidade Federal da Grande Dourados Faculdade de Ciências Agrárias Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 2019
- BERTECHINI, A. G. **NUTRIÇÃO DE MONOGÁSTRICOS**. Areia – PB: UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2004. 450 p.
- BERTO DA, LOPES ABRC, Costa C. Silagem de grãos úmidos para suínos. *In*: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações. **Anais...** Campinas: CBNA; p.1-6, 2001.
- BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; MORES, N. Efeito de Diferentes Fontes Protéicas sobre Desempenho, Composição Corporal e Morfologia Intestinal em Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Concórdia Sc, v. 29, n. 6, p.1735-1742, 2000.
- BITENCOURT, L. L. **Substituição de milho moído por milho reidratado ou melaço de soja em vacas leiteiras**. Lavras: UFLA, 2012, 130 p.

BRASIL, **Leis, Decretos, etc. Resolução número 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Diário Oficial, Brasília, 24 de julho de 1978. Seção I, parte 1, p. 11499-11527.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes. 2009. 399 p.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Am. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD. 2000.

BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 305-360.

CABRAL, L.S. *et al.* Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gases, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.

CANTARELLI, V. de S. *et al.* Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 860-864, 2007.

CARLESSO, V. O. *et al.* Secagem e armazenamento de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). **Revista Brasileira de Sementes**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.65-74, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, P. A. **Influência de genótipo e maturidade na diversidade microbiológica em milho grão para silagem**. Piracicaba, 2014. 95p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

Castoldi, G.; Costa, M. S. S. D. M.; Costa, L. A. D. M.; Pivetta, L. A.; Steiner, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 139-146, 2011.

CASTRO, Vanessa Sousa *et al.* Formulação de rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Botucatu, v. 38, n. 10, p.1914-1920, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Portal de informações agropecuárias – Observatório agrícola. Safra 2018/19 do milho**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: 20 Jun. 2019.

CORADI, P. C.; LACERDA FILHO, A. F. de; CHAVES, J. B. P.; MELO, E. C. Quantification of physical losses products in a plantoffeed. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 23, p. 105-118, 2015.

COSTA, C., ARRIGONI, M.D.B., SILVEIRA, A C., CHARDULO, L. A L. Silagem de grãos úmidos. In: Anais... **Simpósio sobre nutrição de bovinos**, Piracicaba, FEALQ, v. 7, p. 69-88, 1999.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; PEREIRA, F. T. F.; OLIVEIRA, M. R. **Cultivo do Milho, Cultivares**. EMBRAPA, Sete Lagoas, MG: EMBRAPA, 2002.

ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos**. Pelotas: Ed. UFPEL, p. 457, 2008.

ELIAS, M. C.; GUTKOSKI, L. C.; OLIVEIRA, M.; MAZZUTTI, S.; DIAS, A. R. G. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 25-30, 2009.

ENGELKE, G.L.; JURGENS, M.H.; SPEER, V.C. Performance of growing-finishing swine fed high-moisture or artificially dried corn in complete and free-choice diets. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1307-1312, 1984

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 359p. 2000.

FANCELLI, A. L. **Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho**. USPESalq, Piracicaba, v. 13, p.20-23, 2015.

FERNANDES, J. **Influência de genótipo, maturidade e tempo de armazenamento na qualidade de silagens de grãos de milho com alta umidade**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

FERRARI FILHO, E. *et al.* Efeito de diferentes fontes energéticas na secagem e de tempos de armazenagem sobre as características físicas e tecnológicas de grãos de milho. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1/2, n. 20, p.71-79, 2014.

FERRARI FILHO, E. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico-química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Horticultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FIESP, FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Safra Mundial de Milho 2018/19 – 3º Levantamento do USDA**. São Paulo, 2018.

FIGUEIREDO, A. N. *et al.* Ovo em Pó na Alimentação de Leitões Recém-Desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 32, n. 6, p.1901-1911, 2003.

GOBETTI, S. T. C. *et al.* Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 9, n. 1, p.225-239, 2013.

HEO, J. M. *et al.* Feeding a diet with decreased protein content reduces indices of protein fermentation and the incidence of postweaning diarrhea in weaned pigs

challenged with an enterotoxigenic strain of *Escherichia coli*1. **Journal Of Animal Science**, [s.l.], v. 87, n. 9, p.2833-2843, 1 set. 2009.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros resultados das trimestrais da pecuária: abate de bovinos e suínos sobe no 1º tri de 2018 frente ao 1º tri de 2017**. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21135-primeiros-resultados-das-trimestrais-da-pecuaria-abate-de-bovinos-e-suinos-sobe-no-1-tri-de-2018-frente-ao-1-tri-de-2017>>. Acesso em: 13 set. 2018.

IGARASI, M. S. *et al.* Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Botucatu, v. 47, n. 3, p.513-519, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

JOBIM, C. C., CECATO, U., CANTO, M. W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. *In: Anais...* Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. Maringá, 2001. p.146-176, 2001.

JOBIM, C. C.; BRANCO, A. B.; SANTOS, G. T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. *In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE*. 5. 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CNBA, p.357-376. 2003.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. Workshop sobre silagem. *In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 912-927.

KERA NUTRIÇÃO ANIMAL. **Manual de ensilagem Kera**. 2013. Disponível em:<http://www.kerabrasil.com.br/downloads/Kerasil_Manual_de_Ensilagem_Kera.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

KIYOTA, N. *et al.* **Silagem de Milho na Atividade Leiteira do Sudoeste do Paraná**: Do manejo de solo e de seus estudos nutrientes à ensilagem de planta inteira e grãos úmidos. Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, p.1-124, 2011.

LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. Aspectos sanitários da silagem de grão úmido de milho. *In: Silagem de grão úmido de milho*. Curitiba: Ed. Leal Ltda, p.39-46. 2001.

LEH, W. M.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Elaboração de silagem de grão úmido de milho em grandes propriedades**. Silagem de Grão Úmido de Milho. Gráfica Leal Ltda., p. 7-18, 2001.

LIMA, G. J. M. M.; SOUZA, O. W.; BELLAVER, C.; BRANDALISE, V. H.; VIOLA, E. S.; GIÓIA, D. R. L. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grão de milho para suínos. *In*: 22º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo; p. 210-217. 1998.

LOPES, A.B.R.C. **Silagem de grãos úmidos de milho em rações de suínos nas fases inicial, de crescimento e de terminação** 2000. 42f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LOPES, A.B. R. C. *et al.* Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características do amido. **Braz. J. Food Technol.**, v.5, p.177-181, 2002.

LOPES, A. B. R. C. *et al.* Método de reconstituição da umidade de grãos de milho e a composição química da massa ensilada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p.95-101, 2005.

LOPES, A. B. R. C. *et al.* Silagem de grão úmidos de milho em rações de suínos em fase de inicial dos 8 ao 30 kg. **Boletim da Industria**, Nova Odessa, v. 58, n.2, p. 181-190, 2001.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. 1 ed. Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Sete Lagoas, Mg: Tânia Mara Assunção Barbosa, 2006. 10 p.

MARQUARDT, R. R. *et al.* Passive protective effect of egg-yolk antibodies against enterotoxigenic K88+ infection in neonatal and early-weaned piglets. **FEMS Immunol. Med. Microbiol.** v. 23, p. 283-288, 1999.

MCDONALD, P. *et al.* **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Merlow: ChalcombePublications, 1991. 226p.

MFRURAL, **Embalagens > Outras Embalagens > Outros**. Disponível em:< <https://www.mfrural.com.br/detalhe/219120/tambores-de-metal-usados-de-200-litros>>. Acesso em: 13 set. 2018.

MORAIS, G. de. **A fermentação de grãos de milho reidratados influenciada pela aplicação de aditivos: aspectos de conservação e do valor nutritivo para vacas leiteiras**. 2016, 111 f. Tese (Doutorado em ciências. Área de concentração: Ciência animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2016.

MOREIRA, I. *et al.* Utilização da Farinha Pré-gelatinizada de Milho na Alimentação de Leitões na Fase de Creche. Digestibilidade e Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 440-448, 2001.

NEUMANN, M. **Caracterização agronômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench)**. 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2001.

NUMMER, I. F. Silagem de grão úmido de milho. *In*: Simpósio Nacional De Desenvolvimento da Suinocultura, 9., 2001, Gramado. **Anais...** Gramado, 2001. 22 p.

NUSSIO, L.G. *et al.* Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. *In*: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá). **Anais...** Maringá: UEM, 2001. 319P.

OLIVEIRA, R. P. *et al.* Valor Nutritivo e Desempenho de Leitões Alimentados com Rações Contendo Silagem de Grãos Úmidos de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá, v. 33, n. 1, p.146-156, 2004.

PARAGINSKI, R. T. *et al.* Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 358 – 363, abr. 2015.

PEREIRA, K. A. *et al.* Aspectos Nutricionais e Confeção de Silagem de Grão Úmido de Milho para a Alimentação de Bovinos: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 14, n. 1, p. 4944-4953, 2017.

PEREIRA, M. N. **Textura do grão define qualidade de híbridos do milho para silagem**. UFLA – Universidade Federal de Lavras, 2003.

PINTO, R. S. **Qualidade da Silagem de Grãos Úmidos de Diferentes Espécies**. 2009. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2009.

PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 11, p.2014-2019, 2011.

QUADROS, A. R. B. *et al.* Dietas Simples e Complexa sobre o Desempenho de Leitões na Fase de Creche. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.109-114, 2002.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L. **Conservação de forragem como estratégia para otimizar o manejo das pastagens**. FCAV/UNESP, Jaboticabal. 2017. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/>. Acesso em: 21 mar. 2019.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2011, 186 p.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª ed. Viçosa: UFV, 2017.

SANTOS, M. C. *et al.* Identification of the major yeasts isolated from high moisture corn and corn silages in the United States Using genetic and biochemical methods. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 100, n. 2, p.1151-1160, fev. 2017.

SARTORI J. R. *et al.* Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesqui Agropecu Bras**.37:1009-15. 2002.

SILVA, J. S. E. S.; AFONSO, D. L.; DONZALLE, S. M. L. **Secagem e Secadores, Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas**. Viçosa, p.107-138, 2000.

SILVA, M. A. A. da *et al.* Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 35, n. 3, p.830-839, 2006.

SINDIRAÇÕES. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Boletim Informativo do Setor - Dezembro/2018**. 2018. Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2018/12/boletim_informativo_do_setor_dezembro_2018_vs_final_port_sindiracoes.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2019.

SOUZA NETO, E. L. *et al.* Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré- safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, N. 2, p. 255-260, 2008.

SOUZA, O. W. Elaboração de silagem de grão úmido de milho em pequenas propriedades. *In*: LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Silagem de Grão Úmido de Milho**. Gráfica Leal Ltda, 2001. p. 19-32.

TÓFOLI, C.A. *et al.* Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo para leitões na fase de creche. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, São Paulo, v. 68, n. 6, p.1206-1213, 03 jul. 2006.

TRINDADE NETO, M. A. da *et al.* Dietas para Leitões nas Fases de Creche e Diferentes Idades ao Desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Nova Odessa, v. 31, n., p.687-695, 2002.

TSE, M. I. P. *et al.* Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, Botucatu, v. 58, n. 6, p.1214-1221, 2006.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994, 476 p.

WILKINS, R.; WILKINSON, M. Major contributions in 45 years of International Silage Conferences. Pages 26–51, 2015. *In*: Proc. XVII Intl. **Silage Conf.**, Piracicaba, Brazil. University of São Paulo, Piracicaba, Brazil. 2015.

XAVIER, E. G. *et al.* Manejo da nutrição e alimentação de suínos. *In*: GENTILINI, F. P.; ANCIUTI, M. A.; PEREIRA, L. M. R. **Tópicos atuais na nutrição de suínos e aves**. Pelotas: Instituto Federal Sul-Rio-grandense, 2013. 271 p.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. do C. Produção do milho doce cv. Super doce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.05–09, 2003.

Anexo A — Descrição da composição de núcleo comercial de suínos: Rapid1®, Rapid 2® e Rapid4®.

Composição de núcleo comercial de suínos (Rapid 1®): Açúcar, calcário calcítico, cloreto de sódio (sal comum), farelo de bolacha, farelo de soja, farelo de soja integral (grãos tostados), fosfato monobásico, lactose, milho moído, permeato de soro de leite, plasma sanguíneo, soro de leite em pó, ácido fólico, ácido pantotênico, aditivo acidificante, aditivo probiótico, aroma de frutas, biotina, clorohidroxiquinolina, dióxido de silício, DL-metionina, extrato de semente de uva, hidróxido de tolueno butilado (B.H.T.), iodato de cálcio, L-lisina, L-treonina, L-triptofano, monóxido de manganês, niacina, óxido de zinco, sacarina sódica, selenito de sódio, sulfato de cobre, sulfato de ferro, veículo, vitamina A, vitamina B1, vitamina B12, vitamina B2, vitamina B6, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3. ¹Quantidades supridas por kg de produto (Rapid 1®): proteína bruta (min) 163,00g; ácido benzoico 12,38g, ácido fólico (min) 2,06 mg; ácido pantotênico (min) 45,00 mg; bacilluslicheniformis (min) 1,6 x10⁹ufc/g; bacillusubtilis (min) 1,60x10⁹ufc/g; biotina (min) 0,34 mg; cálcio (mín/máx) 15, 16,3 g, clorohidroxiquinolina 300 mg; cobre (min) 500 mg; extrato etéreo (min) 30g; ferro (min) 238 mg; fibra bruta (máx) 37,50 g; fósforo (min) 10,50 g; iodo (min) 3,00 mg; lactose (min) 200,00g; lisina (min) 17,00 g; manganês (min) 149,66 mg; matéria mineral (máx) 130,00g; metionina (min) 7.500 mg niacina (min) 93,75 mg; selênio (min) 0,88 mg; sódio (min) 7.150 mg; treonina (min) 10,50 g; triptofano (min) 2.500mg; umidade (máx) 120,00; vit A (min) 28.750,00 UI; vit B1 (min) 4,50 mg; vit B12 (min) 58,75 mcg; vit B2 (min) 12,50 mg; vit B6 (min) 8,75 mg; vit D3 (min) 5.250,00 UI; vit E (min) 85,00 UI; vit K3 (min) 7,50 mg; zinco (min) 7.500mg.

Composição de núcleo comercial de suínos (Rapid 2®): Açúcar, calcário calcítico, cloreto de sódio (sal comum), farelo de bolacha, farelo de soja, farelo de soja integral (grãos tostados), fosfato monobásico, milho integral moído, ácido fólico, ácido pantotênico, aditivo acidificante, aditivo probiótico, aroma de frutas, aroma misto de ervas, biotina, clorohidroxiquinolina, dióxido de silício, DL-metionina, extrato de cebola, extrato de semente de uva, hidróxido de tolueno butilado (B.H.T.), iodato de cálcio, L-lisina, L-treonina, triptofano, monóxido de manganês, niacina, óxido de zinco, sacarina sódica, selenito de sódio, sulfato de cobre, sulfato de ferro, veículo, vitamina A, vitamina B1, vitamina B12, vitamina B2, vitamina B6, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3. ²Quantidades supridas por kg de produto (Rapid 2®): proteína bruta (min) 160,00g; ácido fólico (min) 3,30 mg; ácido pantotênico (min) 72,00 mg; bacilluslicheniformis (min) 2,56x10⁹ufc/g; bacillusubtilis (min) 2,58x10⁹ufc/g; biotina (min) 0,54 mg; cálcio (mín/máx) 25g/ 27 g, clorohidroxiquinolina 480 mg; cobre (min) 800 mg; extrato etéreo (min) 30g; ferro (min) 380,00 mg; fibra bruta (máx) 37,50 g; fósforo (min) 14,70; iodo (min) 4,80 mg; lisina (min) 17,80 g; manganês (min) 239,00 mg/kg; matéria mineral (máx) 170,00 g; metionina (min) 8.700 mg niacina (min) 150,00 mg; selênio (min) 1,40 mg; sódio (min) 9.300 mg; treonina (min) 10,40 g; triptofano (min) 1.900,00; umidade (máx) 120,00g; vit A (min) 46.000,00 UI; vit B1 (min) 7,20 mg; vit B12 (min) 94,00 mcg; vit B2 (min) 20,40 mg; vit B6 (min) 14,00 mg; vit D3 (min) 8.400,00 UI; vit E (min) 136,00 UI; vit K3 (min) 12,00 mg; zinco (min) 8.000mg.

Composição de núcleo comercial de suínos (Rapid 4®): calcário calcítico, cloreto de sódio (sal comum), fosfato monobásico, veículo, ácido fólico; ácido pantotênico; aditivo acidificante; aditivo enzimático; aluminossilicato de sódio e cálcio, aroma misto de ervas, biotina, clorohidroxiquinolina, DL-metionina, extrato de cebola, extrato de semente de uva, hidróxido de tolueno butilado (B.H.T.), iodato de cálcio, L-lisina, L-treonina, monóxido de manganês, niacina, óxido de zinco, selenito de sódio, sulfato de cobre, sulfato de ferro, vitamina A, vitamina B1, vitamina B12, vitamina B2, vitamina B6, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3. ³Quantidades supridas por kg de produto (Rapid 4®): ácido fólico (min) 16,50 mg; ácido fórmico (min) 1.800 mg; ácido láctico (min) 13,80g; ácido pantotênico (min) 360,00 mg; biotina (min) 2,70 mg; cálcio (mín/máx) 104g/165,60g, clorohidroxiquinolina 2.400 mg; cobre (min) 4.000 mg; ferro (min) 1.911 mg; fitase (min) 8.000 UI, fósforo (min) 34g; glucanase (min) 3.040 UI, iodo (min) 24,00 mg; lisina (min) 46,00g; manganês (min) 1.197,00 mg/kg; metionina (min) 29,00g, niacina (min) 750,00g; selênio (min) 7,00 mg; sódio (min) 39,00 g; treonina (min) 25,00 g; vit A (min) 230.000UI; vit B1 (min) 36,00 mg; vit B12 (min) 470,00 mcg; vit B2 (min) 102,00 mg; vit B6 (min) 70,00 mg; vit D3 (min) 42.000 UI; vit E (min) 680,00 UI; vit K3 (min) 60,00 mg, xilanase (min) 24.400,00 UI; zinco (min) 2.999,99 mg.