

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LEONARDO TONUS

SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO DE AVEIA PRETA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LEONARDO TONUS

SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO DE AVEIA PRETA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

LEONARDO TONUS

SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO DE AVEIA PRETA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Regis Luis Missio

PATO BRANCO

2021

Tonus, Leonardo
Silagem de grão úmido de aveia preta /Leonardo Tonus.
Pato Branco. UTFPR, 2021
30 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Regis Luis Missio
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2020.
Bibliografia: f. 33 – 36

1. Agronomia. 2. Microorganismos. 3. Silagem 4. Aveia
I. Leonardo Tonus, II. Silagem de grão úmido de aveia preta.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV.
Título.

CDD: 630



TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Silagem de grão úmido de aveia preta

Por

LEONARDO TONUS

Monografia defendida em sessão pública às 09 horas 00 min. do dia 04 de dezembro de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*. O/A candidato/a foi arguido/a pela Banca Examinadora composta pelos Membros abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua forma final, pela Coordenação do Curso de Agronomia foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

M.Sc. Igor Kieling Severo - PPGAG-PB UTFPR - Mestrando

Prof^a. Dr^a. Denise Adelaide Gomes Elejalde - UTFPR Campus Pato Branco

Prof. Dr. Regis Luis Missio - UTFPR Campus Pato Branco - Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour - Professor responsável TCC 2

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados no SEI-UTFPR da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus Pato Branco*, após a entrega da versão corrigida do trabalho, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho a todos que me deram suporte desde o início do curso até os momentos finais desta caminhada acadêmica, em especial aos familiares, professor-orientador e amigos.

AGRADECIMENTOS

Existem muitos que são dignos dos meus mais profundos agradecimentos, mas inicialmente o agradecimento vai a Deus que sempre me guiou para trilhar os caminhos e moldar as páginas da minha história desde sempre.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por disponibilizarem professores com conhecimentos e dotados de profissionalismo.

Aos meus pais Rudimar Tonus e Lucilei Antunes de Lima pela atenção, educação e afeto que nunca se negaram a dar o máximo de esforço e tempo a mim. Ao meu Irmão mais velho Cristian Allan Tonus que foi a clareira no mundo para mim, sempre me apontando os caminhos já trilhados por ele na mesma Universidade.

Aos professores, que além de fazerem parte de quem sou hoje, foram ao decorrer do curso se mostraram não só grandes fontes de conhecimento para meu futuro profissional, mas grandes amigos, em especial o meu professor-orientador Regis Luis Missio que demonstrou grande empenho em me auxiliar no projeto e também um amigo.

Aos colegas de Universidade em especial os da minha turma que sempre foi muito unida e segue até hoje com grandes amizades, pessoas com as quais não foram criados apenas conhecimentos, mas laços e vínculos que hoje se estendem além da universidade, sem empecilhos pela distância que hoje separam muitos, mostrando que a universidade não apenas evoluiu apenas nossas mentes, mas foi quem nos proporcionou evoluir como bons indivíduos para a vida que nos espera portas afora.

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram nesta caminhada, muito obrigado!

Não adianta dizer: “estamos fazendo o melhor que podemos”. Temos que conseguir o que quer que seja necessário.

(Winston Churchill)

RESUMO

TONUS, Leonardo. Silagem de grão úmido de aveia preta. 36 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

O presente estudo objetivou avaliar a silagem de grão úmido de aveia preta em diferentes épocas de colheita e/ou reidratado com ou sem o processamento dos grãos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2 (quatro estágios de desenvolvimento do grão com ou sem o processamento dos grãos), utilizando-se cinco repetições. Foi utilizada uma área de 0,5 ha com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com densidade de semeadura de 110 kg de semente/ha. A cultura teve adubação de acordo com a análise de solo e cultura antecessora. Os grãos foram colhidos no estágio pastoso, farináceo duro e duro com colhedora modelo John Deere STS 9570. Os grãos colhidos no último estágio (duro) foram divididos em dois montes, onde um foi mantido inteiro e o outro foi processado em triturador elétrico, metade de cada um dos montes foram reidratados com 45,7% de água. Em cada época de colheita, portanto, foram formados dois montes (com e sem triturar) de aproximadamente 8 kg. Após esta etapa o material foi ensilado em silos experimentais. Os silos experimentais foram confeccionados em sacos plásticos (20 micras) com capacidade de 1 kg. O estabelecimento da anaerobiose e vedação foi efetuado com auxílio de uma máquina Industrial de Embalar a Vácuo (modelo GS620F). Após 45 dias de ensilagem, os silos experimentais foram abertos e foram avaliadas as características de atividade de água, condutividade elétrica, pH, perdas de matéria seca e estabilidade aeróbica. A silagem de grão úmido de aveia preta apresenta melhor conservação quando o grão é triturado. A reidratação do grão de aveia preta no estágio duro melhora os aspectos fermentativos dos grãos, podendo ser uma alternativa para a ensilagem do grão de aveia preta.

Palavras-chave: Microorganismos. Silagem. Aveia.

ABSTRACT

TONUS, Leonardo. Silage moist oat grain. 36 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

The present study aimed to evaluate the wet grain silage of black oats at different harvest times and / or rehydrated with or without grain processing. The experimental design used was completely randomized, with treatments in a 4x2 factorial arrangement (four stages of grain development with or without grain processing), using five replications. It was used an area of 0.5 ha with black oats (*Avena strigosa* Schreb) with sowing density was 110 kg of seed/ha was used. The culture had fertilization according to the soil analysis of the predecessor culture. The grains were harvested in the pasty, hard floury, and hard with Jhon Deere STS 9570 harvester. The grains harvest in the last (hard) stage were divided into two piles, where divided into two piles, where one was kept whole and the other was processed in a electric crusher, half from each of the hills they were rehydrated with 45,7% water. In each harvest season, therefore, two heaps (with and without crushing) of approximately 8 kg were formed. After this stage the material was ensiled in experimental silos. The experimental silos were made in plastic bags (20 microns) with a capacity of 1 kg. The establishment of anaerobiosis and sealing was performed with the aid of an Industrial Vacuum Packing machine (model GS620F). After 45 days of silage, the experimental silos were opened and the characteristics of water activity, electrical conductivity, pH, dry matter losses and aerobic stability were evaluated. The wet grain silage of black oats presents better conservation when the grain is crushed. The rehydration of the black oat grain in the hard stage improves the fermentative aspects of the grains and can be an alternative for the ensiling of the black oat grain.

Keywords: Microorganisms. Silage. Oats.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da silagem de acordo com o tipo de processamento e o estágio de colheita. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	26
---	----

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE ABREVIATURAS

Aw	Atividade de água
CE	Condutividade elétrica
EA	Estabilidade aeróbica
g	Grama
Ha	Hectare
Kg	Quilograma
L	Litros
ml	Mililitros
Ms	Matéria seca
P	Probabilidade

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Porcento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 GRÃO ÚMIDO DE AVEIA.....	17
3.2 BIOQUÍMICA DA ENSILAGEM.....	19
3.3 MOMENTO DA ENSILAGEM.....	20
3.4 PROCESSAMENTO DOS GRÃOS.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 LOCAL.....	23
4.2 TRATAMENTOS.....	23
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
4.4 CULTURA DA AVEIA.....	23
4.5 COLHEITA E AMOSTRAGEM.....	24
4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	24
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
6 CONCLUSÕES.....	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

As boas práticas de produção se fazem necessárias para a elevação da produção de carne, o que envolve o planejamento forrageiro, a suplementação em pastagens, a utilização do creep feeding ou creep grazing, a seleção dos animais, o teste de reprodutores, a participação em alianças mercadológicas ou cooperativas de carnes, o uso de raças adaptadas à região e boa aceitação no mercado, entre outros aspectos. Além disso, no Paraná, a integração lavoura-pecuária é uma estratégia com grande potencial para contribuir com a elevação da produção de carne bovina em razão de grande parte das áreas cultivadas com grãos no verão permanecerem apenas com plantas de cobertura durante o inverno.

A aveia preta, neste contexto, tem sido a principal opção de planta de cobertura para o período de inverno na Região sul. Dentre várias justificativas para a não utilização das áreas com forrageiras de inverno para o pastejo animal durante o inverno tem-se a dificuldade de aquisição de animais, o elevado desembolso com animais, a necessidade de instalações (cercas, principalmente) e a crença de que o pisoteio animal compacta o solo e reduz a produtividade de grãos. A produção de grãos de aveia preta, neste contexto, pode ser uma alternativa, já que representa uma fonte de renda complementar, caso seja comercializada. A produção de grãos possibilita que a palhada seja depositada sobre o solo, não comprometendo a cobertura do solo. Aliás, os grãos podem ser fornecidos para a alimentação animal na própria propriedade de forma agregar valor através de produção de proteína de origem animal.

O armazenamento dos grãos pode ser inviabilizado pelo custo com armazenamento, além de requerer espaço coberto, protegido de umidade e roedores. A ensilagem deste material, na forma de grão úmido, pode ser uma alternativa para conservação do grão, com custo de armazenamento mais acessível. No entanto, pouco se sabe sobre a produção de grão úmido de aveia preta. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos (PINTO, 2009) com aveia branca, mas não foram encontrados trabalhos com aveia preta. Sabe-se que o grão de aveia preta apresenta menor conteúdo de carboidratos não fibrosos e maior conteúdo de fibra em relação ao grão de aveia branca (RESTLE *et al.*, 2009; ARGENTA, 2015), o que

pode comprometer o pH da silagem. O ponto de colheita, neste contexto, é um dos principais determinantes do conteúdo de matéria seca do material, o que impacta diretamente o processo fermentativo. O processamento dos grãos, por outro lado, pode auxiliar a liberação dos carboidratos fermentescíveis, beneficiando a redução do pH e a conservação dos grãos.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a produção de silagem de grão úmido de aveia preta em diferentes épocas de colheita e com grãos processados ou não, com ou sem reidratação de grãos duros.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o pH, a condutividade elétrica, a atividade de água, a massa específica, as perdas de matérias seca e a estabilidade aeróbica de silagens de grão úmido de aveia preta confeccionadas com diferentes épocas de colheita, com ou sem processamento do grão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GRÃO ÚMIDO DE AVEIA

A silagem de grão úmido para alimentação de bovinos teve seu aumento a partir da década de 1990 (JOBIM; BRANCO; SANTOS, 2003). A realização da silagem de grãos úmidos é considerada simples, pois os grãos são colhidos por colhedoras normais de grãos secos onde o grão deve apresentar um teor de matéria seca de 62 a 70%. Nesse ponto, o grão apresenta seu melhor aproveitamento do amido e a digestibilidade. A produção animal depende de diversos cereais, como o milho, sorgo, cevada, trigo, milheto, tritcale, aveia e centeio, como fontes principais de energia, por fornecem altos teores de amido (COSTA; MEIRELLES; REIS, 2004).

Em grãos com matéria seca muito baixa ocorre perda na produção de amido e em grãos muito secos ocorrem perdas de digestibilidade (KERA, 2018). A colheita pode ser feita com antecedência ao grão seco, o que favorece a antecipação do plantio da cultura seguinte, melhorando a eficiência do uso da área com respostas econômicas no processo produtivo (NUMMER FILHO, 2001). O processo de silagem de grão úmido começa com a escolha da espécie e/ou cultivar que será utilizado para a ensilagem. A ensilagem de grãos de aveia preta, neste contexto, pode ser uma alternativa interessante, já que grande parte das áreas cultivadas com grãos no verão, no estado do Paraná, permanece apenas com plantas de cobertura no inverno, com destaque para cultura da aveia. A estratégia de ensilar apenas os grãos tem como vantagem a manutenção da cobertura do solo (IAPAR, 2000).

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) apresenta uma raiz fasciculada, com colmos cilíndricos e um hábito de crescimento cespitoso, onde as folhas são sem aurícula e com lígula bem desenvolvida. É uma gramínea de clima temperado, entretanto também é cultivada em diferentes climas pela sua alta adaptabilidade (CARVALHO *et al.*, 2015). O grão de aveia pode ser utilizado para a alimentação animal e humana, com excelente valor nutricional (alto valor proteico, de lipídios e fibra alimentar). Além disso, a cultura da aveia, que é adaptada a climas frios, por

esta razão se dá o nome de “gramínea de inverno”, pode ser utilizada para produção de grãos, forragem e adubação verde (FLOSS *et al.*, 2003; PINTO, 2009).

A cultura da aveia apresenta alto rendimento em solos pobres, sendo considerada uma excelente alternativa para a rotação de culturas. No Brasil este cereal está muito limitado à alimentação animal, sendo pequena a área plantada em relação ao seu potencial. A aveia tem grande potencial para produção de silagem de grão úmido em razão de seu valor nutricional, em que o estudo da aveia para este fim possibilita novas alternativas para sua utilização na produção animal (BORSATO *et al.*, 2000). Além de que, deve-se considerar que o rebanho bovino brasileiro, que atualmente é de 210 milhões de cabeças (IBGE, 2018), é criado basicamente a pasto (pastagens nativas e/ou cultivadas), que cessam seu crescimento no inverno e/ou período seco, o que leva a uma diminuição da produtividade do rebanho. Para amenizar a falta de alimento no período de escassez de forragem, muitos produtores optam por utilizar suplementos alimentares, que podem apresentar altos custos, o que pode inviabilizar economicamente a produção (IAPAR, 2000).

A utilização de alimentos produzidos na propriedade é alternativa para redução do custo com a suplementação animal. As silagens são notoriamente mais indicadas, pois apresentam maior produção e menor custo em relação aos grãos. Produção vegetal integrada com a produção animal é uma forma de agregar valor ao produto final. A silagem de grão de aveia, neste contexto, assume grande importância no atendimento das exigências energéticas dos animais, podendo substituir parcial ou totalmente o milho em rações de bovinos (NUMMER FILHO, 2001). Além disso, a silagem de grão de aveia apresenta excelente qualidade em termos de proteína bruta, possibilitando a redução da utilização do farelo de soja nas dietas (IAPAR, 2000), alimento que encarece as rações para alimentação animal. A silagem de cereais de inverno apresenta maiores teores de proteína bruta em relação à silagem de milho, porém com valores energéticos inferiores (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2003).

Em termos econômicos, a silagem de grãos úmidos pode ser até 5% mais econômica em relação aos grãos secos por eliminar as etapas de limpeza e secagem (COSTA; MEIRELLES; REIS, 2004). A armazenagem dos grãos na forma

de silagem também reduz drasticamente o desenvolvimento de fungos evitando a contaminação da ração com micotoxinas (REIS *et al.*, 2001).

3.2 BIOQUÍMICA DA ENSILAGEM

A bioquímica de ensilagem é um processo simples, podendo se tornar complexo pelas interações entre enzimas e atividades de numerosas espécies microbianas. O efeito desejado é a conversão de açúcares vegetais simples como a glicose e frutose em ácido láctico pelas bactérias ácido lácticas (LAB) em uma fermentação anaeróbica. Quando ácido láctico suficiente for produzido, toda a atividade microbiana é suprimida e a silagem pode então ser armazenada de forma anaeróbica até ser necessária para a alimentação animal (ROOKE; HATFIELD, 2003).

A silagem é resultado do processo de fermentação do material através do processo anaeróbico, possibilitando o armazenamento desse alimento a longos períodos de tempo, sem que ocorra sua degradação e perdas no teor nutritivo (HENDERSON, 1993; PINTO, 2009). O processo de ensilagem envolve várias fases e alterações bioquímicas, que podem ocorrer desde a colheita até a ingestão do material ensilado pelos animais. Estas fases podem ser divididas em: fase aeróbica inicial, fase de fermentação anaeróbica, fase de armazenamento anaeróbica e fase aeróbica final ou deterioração aeróbica (ROOKE; HATFIELD, 2003).

Na fase aeróbica inicial, o pH se encontra próximo da neutralidade e existe alta presença de O_2 cm^{-1} disponível, o que possibilita o crescimento de microrganismos aeróbicos. Desta forma, o aumento da fase aeróbica resulta no retardamento do abaixamento do pH e diminuição da qualidade do material ensilado pela ação destes microrganismos, bem como pela respiração das plantas (ROOKE; HATFIELD, 2003). A fase anaeróbica, por outro lado, se inicia após o fechamento do silo, quando o O_2 cm^{-1} é exaurido, ocorrendo a elevação da população de bactérias lácticas e a redução do pH do meio pela ação do ácido láctico. A fase de armazenamento anaeróbico é caracterizada pela ausência de O_2 e atividade microbiana, que se inicia com a morte dos microrganismos pelo baixo pH. O pH

baixo e ausência de $O_2 \text{ cm}^{-1}$, inibem o crescimento de microrganismos que podem deteriorar o material ensilado, mantendo-o conservado (ROOKE; HATFIELD, 2003).

A fase aeróbica final ou de armazenamento estável, é caracterizado pela presença de $O_2 \text{ cm}^{-1}$ e o crescimento de microrganismos aeróbicos deterioradores (fungos e leveduras, principalmente), os quais reduzem a qualidade da silagem (ROOKE; HATFIELD, 2003). Nessa etapa a infiltração de O_2 na massa ensilada depende da permeabilidade do silo ao oxigênio e a compactação da silagem. (PEDROSO, 1998). A compactação é aspecto muito importante, pois quando a forragem é mal compactada, ocorre fermentação não desejável devido à ação de microrganismos deterioradores (ROOKE; HATFIELD, 2003). A silagem de grãos úmidos, neste contexto, representa uma excelente alternativa para o adequado armazenamento dos cereais na propriedade.

3.3 MOMENTO DA ENSILAGEM

O teor de umidade é o principal fator determinante da qualidade fermentativa das forragens, sendo que existe um conteúdo ótimo de umidade para o desenvolvimento das bactérias desejáveis, produtoras de ácido láctico. Se o material for muito seco, haverá dificuldade de compactação e o desenvolvimento de mofos e leveduras será favorecido. Se a umidade for muito alta, haverá predomínio da fermentação por clostrídios e produção de efluentes. O teor de umidade, também afeta a concentração de outros componentes da forragem, como os açúcares, que são determinantes ao desenvolvimento das bactérias lácticas. O teor de umidade pode ser controlado, pela secagem, adição de água e aditivos. O teor de umidade recomendado à ensilagem é relativamente variável, mas comumente situa-se entre 30 e 42% (PEDROSO, 1998).

Deve-se considerar que a matriz proteica que encobre os grânulos de amido nos grãos de cereais limitará a digestão do amido. Em razão disso, a colheita dos grãos para silagem com maior teor de umidade, em relação ao grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a degradabilidade ruminal, bem como para o acesso destes pelas bactérias lácticas, essenciais à fermentação da silagem (JOBIM; BRANCO; SANTOS, 2003).

A escolha do adequado momento para ensilagem dos grãos, neste sentido, é essencial. Entretanto, não foram encontrados estudos na literatura pesquisada com a determinação do melhor momento para a ensilagem de grão de aveia preta, o que justifica estudos com este tema.

3.4 PROCESSAMENTO DOS GRÃOS

O tamanho de partículas das forragens, resultante do processo de picagem, tem efeito sobre a capacidade de ensilagem da forragem e sobre aspectos nutricionais da silagem. A redução no tamanho das partículas favorece a compactação de materiais muito secos e a ingestão de partes mais fibrosas das plantas, como hastes, brácteas (palhas) e sabugos pelos animais, apresentando maior gasto de energia e desgaste das máquinas (PEDROSO, 1998). Na produção de silagem de grãos úmidos, da mesma forma, tem se destacado a necessidade de adequado processamento dos grãos, que devem ser processados para obter a total quebra de grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). O processo físico bem-feito (moagem) em grãos de cereais aumenta a taxa de digestão ruminal do amido, já que facilita o ataque microbiano (MCALLISTER; RIBEIRO, 2013).

A maior digestibilidade do amido dos grãos ensilados deve-se, sobretudo, a fragilização da matriz proteica que recobre os grãos de amido (DEMARQUILLY; ANDRIEU, 1996). Ademais, o endosperma dos cereais, em especial a região periférica, é cercado por uma parede celular rica em compostos β -glucanos que prejudica a atividade microbiana e também a matriz proteica que envolve os grânulos de amido dificultando a atividade das amilases, visto que deve ocorrer uma proteólise simultânea para que as bactérias possam utilizar o amido. Desta forma, quando a cutícula é quebrada, as características da matriz proteica e do endosperma do grão determinarão a taxa de adesão e fermentação do amido pelas bactérias ruminais (McALLISTER; RIBEIRO, 2013), o que também é essencial para a fermentação do material ensilado.

Outro aspecto de real importância é a relação amilose:amilopectina na composição do amido. O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto principalmente de moléculas de amilose e de amilopectina, ligadas por pontes de

hidrogênio. A amilose é um polímero linear de unidades D-glicose unidas com ligações tipo α -1,4, enquanto que a amilopectina é um polímero ramificado, formado por uma cadeia linear de resíduos de glicose (α -1,4) com pontos de ramificação α -1,6 a cada 20 a 25 unidades (DENARDINI, SILVA, 2009). A proporção de amilose no grânulo de amido varia de 14 a 34%, enquanto que a amilopectina representa cerca de 70 a 80% do amido nos grãos de milho. A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose. O grão de aveia, neste contexto, apresenta teor de amilose de 32,23%, valor próximo ao do milho, o que indica boa digestibilidade do amido (KOTARSKI *et al.*, 1992).

Fontes de amido com maiores teores de amilopectina, como o grão imaturo, podem apresentar maior digestibilidade. O momento da ensilagem, neste contexto, também apresenta relativa importância para o crescimento microbiano no processo de ensilagem. Vale destacar que o grão de aveia apresenta maior conteúdo de fibra indigestível em relação ao de milho, podendo dificultar o acesso dos microrganismos fermentativos ao amido, que pode tornar a moagem do grão indispensável para a adequada produção do grão úmido de aveia (JOBIM; BRANCO; SANTOS, 2003).

Por fim, destaca-se que não foram encontradas pesquisas na literatura consultada a respeito da ensilagem do grão de aveia preta para produção de grão úmido, tampouco sobre o efeito do processamento dos grãos sobre o potencial destes para a produção de silagem de grão úmido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

Experimento foi conduzido nas dependências da área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, localizada a 26°10'36" S, 52°41'28" O, com elevação média de 762 m. O solo da área é classificado com Nitossolo Vermelho Distrofíco Latossólico. O clima da região é caracterizado como Cfa segundo a classificação de Köppen.

4.2 TRATAMENTOS

Foram avaliadas três épocas de colheita do grão de aveia preta (pastoso, farináceo duro, duro) processados ou não, com ou sem a reidratação dos grãos colhidos no estágio duro.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2, utilizando-se cinco repetições (silos experimentais).

4.4 CULTURA DA AVEIA

Foi utilizada uma área de 0,5 ha, na qual foi implantada aveia preta com densidade de semeadura de 110 kg de semente/ha, sendo a semeadura a lanço após a colheita da cultura da soja. A cultura foi adubada de acordo com análise de solo da cultura antecessora. Para tanto, utilizou-se 180 kg de adubo químico com a fórmula NPK 10-26-14. A adubação de cobertura foi realizada com 150 kg de nitrogênio/ha na forma de ureia no momento do perfilhamento.

4.5 COLHEITA E AMOSTRAGEM

A colheita foi realizada quando o grão se encontrava no estágio pastoso, farináceo duro e duro. A colheita foi realizada com colhedora John Deere modelo STS 9570. Após a colheita, parte dos grãos de cada estágio de colheita foi triturada em um triturador elétrico. Em cada época de colheita, portanto, foram formados dois montes (com e sem triturar) de aproximadamente 8 kg. Após o material ser ensilado em mini-silos. Para o último estágio de colheita (duro), entretanto, foram formados quatro montes (2 montes de grão inteiro e dois montes com grãos processados), em que um monte, processado ou não, foi reidratado. A reidratação dos grãos (processados ou não) ocorreu de forma manual, utilizando-se a inclusão de 45,7% de água a fim de atingir 35% de umidade nos grãos. O conteúdo de água foi determinado a partir do teor de matéria seca (94,74) da época desejada dividido pelo teor de matéria seca desejada (65%). Para tanto, os montes foram pesados e a quantidade de água foi adicionada com auxílio de um regador.

A ensilagem do material foi realizada em sacos plásticos (20 micras) com capacidade de 1 kg. O estabelecimento da anaerobiose e vedação foi feito com auxílio de uma máquina Industrial de Embalar a Vácuo (modelo GS620F). Após 45 dias de ensilagem, os mini-silos foram abertos e avaliados quanto a atividade de água, condutividade elétrica, pH, perdas de matéria seca e estabilidade aeróbica. Amostras do material in natura em cada estágio de colheita foram retiradas para determinação do conteúdo de matéria seca.

4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

O teor de matéria seca foi determinado em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas. O pH da silagem foi determinado segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Para tanto se utilizou nove gramas de silagem diluída em água destilada (60 mL) e após 30 minutos de descaso, a leitura do pH foi realizada em peagâmetro digital. Para a determinação da condutividade elétrica da forragem foram utilizadas 25 g de silagem com água deionizada (300 mL). Posteriormente para a filtração dessa solução, a condutividade

elétrica do material determinada em condutímetro (Modelo MCA-150P) configurado com unidade de medida de mS cm^{-1} , em temperatura de referência de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e coeficiente de variação de 2,2% (KRAUS *et al.*, 1997).

A determinação da atividade de água (A_w) na silagem foi realizada de acordo com método proposto por Mari (2003). Para tanto foram utilizadas 25 g de material fresco com água deionizada (300 mL). A atividade de água foi determinada por condutímetro calibrado à temperatura ambiente.

As perdas de matéria seca após a ensilagem foram determinadas segundo Schmitt (2006). Para tanto, a seguinte equação foi utilizada: $\text{PMS} = [(\text{MSi} - \text{MSf}) \times 100] / \text{Msi}$, onde PMS representa a perda total de matéria seca (%), MSf representa a quantidade final (kg) de matéria seca a Msi representa a quantidade inicial (kg) de matéria seca.

A estabilidade aeróbica (EA) após a abertura dos mini-silos foi determinada considerando o tempo para a temperatura do material, à temperatura ambiente, se elevar em $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para tanto, após a abertura dos silos (cinco mini-silos) a temperatura foi medida a cada 30 minutos por sete dias com três medições todos os dias às 9h, 18h e 24h.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, considerando-se 5% como nível crítico de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não foi verificada interação ($P>0,05$) entre o estágio de colheita com ou sem reidratação e processamento (inteiro ou moído) para a atividade de água (Tabela 1).

Tabela 1 – Características da silagem de acordo com o tipo de processamento e o estágio de colheita. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

Estágio	Processamento		Estágio	P – valor			
	Inteiro	Moído		Média	CV (%)	P	E
Atividade de água							
Leitoso	0,88	0,87	0,88A				
Farináceo	0,89	0,85	0,87A				
Duro	0,59	0,59	0,59B	1,59	<0,001	0,001	0,063
Reidratado	0,88	0,86	0,87A				
Média	0,81a	0,79b	0,80				
Condutividade elétrica							
Leitoso	0,14Ab	0,43Aa	0,29				
Farináceo	0,06Bb	0,08Da	0,07				
Duro	0,06Bb	0,17Ca	0,12	16,57	<0,001	<0,001	<0,001
Reidratado	0,07Bb	0,38Ba	0,23				
Média	0,08	0,27	0,17				
pH							
Leitoso	5,18Da	5,14Ca	5,16				
Farináceo	6,08Ba	5,77Bb	5,93				
Duro	6,85Aa	6,47Ab	6,66	3,12	<0,001	<0,001	<0,001
Reidratado	5,60Ca	4,40Db	5,00				
Média	5,93	5,45	5,69				
Estabilidade aeróbica, h							
Leitoso	420,00	266,00	343,00B				
Farináceo	420,00	420,00	420,00A				
Duro	420,00	420,00	420,00A	17,73	1,000	0,044	1,00
Reidratado	420,00	420,00	420,00A				
Média	420,00	381,50	400,75				
Perdas de matéria seca, %							
Leitoso	2,26	1,51	1,89				
Farináceo	1,99	2,86	2,43				
Duro	4,57	0,22	2,40	44,99	0,700	0,204	0,069
Reidratado	1,98	2,02	2,00				
Média	2,70	1,65	2,18				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem estatisticamente ($P<0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P<0,05$).

A atividade de água foi menor ($P < 0,05$) no grão colhido duro em relação aos demais estágios, incluindo o grão colhido duro e reidratado, os quais não diferiram entre si para esta variável. Estes resultados foram coerentes, uma vez que com o avanço do ciclo produtivo da cultura ocorre redução do teor de matéria seca da cultura, o que, em parte está relacionado com o aumento dos carboidratos fibrosos, bem como com a maturação da planta (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Além disso, logicamente, a reidratação do grão colhido duro teve como objetivo incluir água de forma que o teor de matéria seca se aproximasse dos teores adequados para ensilagem (30-42%) (FERRARETTO; CRUMP; SHAVER, 2013), que ocorre normalmente para o estágio farináceo duro na ensilagem da forragem integral em cereais. Jobim *et al.* (2003) teores de umidade acima de 35% favorecem as perdas de MS, podendo alterar significativamente os conteúdos de nitrogênio e de carboidratos solúveis. Por este fato o teor de umidade buscado foi de até 35% para a reidratação do grão duro. Apesar da diferença do teor de matéria seca entre o estágio leitoso e farináceo duro, a atividade de água não se mostrou diferente entre estes estágios, o que não era esperado. Os teores de matéria seca obtidos para o estágio leitoso, farináceo duro, duro e duro reidratado foram de 65,08; 77,06; 94,74 e 65,00%, respectivamente. Pelo fato da aveia ter sido ensilada com presença de panícula e casca apresentou teores altos de MS em seus estagios finais de maturação.

A atividade de água foi superior para os grãos ensilados inteiros em relação à silagem de grãos processados (Tabela 1). Estes resultados podem estar indicando uma menor perda de água nos grãos inteiros. Esta perda de água pode ter ocorrido via evaporação após a abertura do silo, sendo menor nos grãos inteiros em função da proteção oferecida pela camada proteica que recobre os grãos. É possível que o processamento dos grãos tenha acelerado a perda de umidade quando comparada com os grãos não processados. Segundo Severo *et al.* (2020) a avaliação da atividade de água pode ser mais precisa para demonstrar variação do teor de umidade no processo de ensilagem em relação à avaliação do conteúdo de matéria seca pelo método convencional (secagem em estufa). Vale destacar que elevados valores para atividade de água estão relacionados ao crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, os quais são indesejáveis por impedir a queda do

pH do silo e ocorrem quando há excesso de umidade no material (AW - 0,93 a 0,97) (JOBIM *et al.*,1997).

Foi verificada interação ($P < 0,05$) entre os estágios de desenvolvimento dos grãos reidratados ou não e o tipo de processamento (Tabela 1). Nesse sentido, verificou-se que para a silagem de grãos inteiros a condutividade elétrica foi superior ($P < 0,05$) para os grãos colhidos no estágio leitoso em relação aos demais, que não diferiram entre si. Por outro lado, na silagem com os grãos processados, a condutividade elétrica apresentou valores decrescentes para o estágio leitoso, duro reidratado, farináceo e duro, respectivamente. Por outro lado, a condutividade elétrica foi superior ($P < 0,05$) em todas as silagens com os grãos processados. O processamento da forragem é um dos fatores com maior impacto sobre a condutividade elétrica, já que permite o maior ou menor extravasamento do líquido celular (JOBIM *et al.*, 2007).

O pH da silagem variou de forma dependente ($P < 0,05$) do estágio de desenvolvimento dos grãos reidratados ou não e o tipo de processamento (Tabela 1). Nesse sentido, verificou-se que o pH diferiu entre os estágios do grão na silagem de grão inteiros, sendo os melhores pH verificados para o estágio leitoso, duro reidratado, farináceo e duro, respectivamente. Na silagem com os grãos processados também foi verificado diferença entre o pH, entretanto o melhor pH foi verificado para o grão reidratado, seguido pelo grão leitoso, farináceo duro e duro, respectivamente. Entre os tipos de processamento, verificou-se que não houve diferença entre o grão inteiro ou processado no estágio leitoso. Nos demais estágios, melhores pH da silagem foram obtidos para a silagem de grão moído. Desta forma, pode-se inferir que, de forma geral, a silagem de grão úmido de aveia preta apresenta melhor conservação quando o grão é triturado. Além disso, a reidratação do grão de aveia preta no estágio duro, de forma geral, melhora os aspectos fermentativos dos grãos, melhorando a conservação da silagem de grão úmido de aveia preta. Esta alternativa é extremamente importante já que o processo de colheita dos grãos no estágio duro pelas colhedoras é favorecido do ponto de vista prático pelo menor teor de umidade, reduzindo os problemas com embuchamento e melhorando a velocidade de colheita. Vale destacar que o pH mais adequado para conservação das silagens é de 3,8 a 4,2 pois nesta faixa se tem a

restrição das enzimas proteolíticas da planta e clostrídeos suficiente para preservar o material (PINTO, 2009). Neste contexto, as silagens que mais se aproximaram deste valor foram aquelas dos grãos moídos, especialmente a silagem de grão moído no estágio duro reidratado.

Não foi verificada interação ($P > 0,05$) entre estágio de desenvolvimento dos grãos reidratados ou não e o tipo de processamento para a estabilidade aeróbica (Tabela 1). Da mesma forma, não foi verificada alteração da estabilidade aeróbica em função do processamento dos grãos (Tabela 1). Por outro lado, verificou-se que a estabilidade aeróbica foi menor ($P < 0,05$) para a silagem produzida por grãos em estágio leitoso em relação aos demais, que não diferiram entre si. A estabilidade da silagem é determinada pela oxidação de substrato (ácidos, etanol e açúcares), especialmente após a abertura do silo por fungos e leveduras, o que resulta em elevação do pH, redução da digestibilidade e conteúdo de energia (JOBIM *et al.*, 1997). Ainda segundo Jobim *et al.* (1997), a temperatura, concentração de carboidratos solúveis, população de fungos e leveduras e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. A atividade dos microrganismos decompositores é maior em silagens com maiores teores de carboidratos solúveis e ácido lático residual. Vale destacar, entretanto, que todas as silagens apresentaram elevada estabilidade aeróbica, sendo o menor valor numérico para o período para a quebra de estabilidade de 266 horas.

As perdas de matéria seca não foram alteradas pelos fatores de variação, tampouco foi verificada interação entre fatores de variação para esta variável. Possivelmente estes resultados estão relacionados com o tipo de silo (ausência de perda por efluentes), bem como o controle das condições experimentais tenha contribuído para estes resultados. Além do mais, o rápido processo de ensilagem e desensilagem pode ter reduzido as perdas de matéria seca por oxidação como um todo. Conforme Jobim *et al.* (2007), as perdas em silagens têm sido realizadas em silos de laboratório, que apresenta grande importância para a avaliação da qualidade de fermentação (padrão de fermentação) da forragem ensilada, mas na maioria das vezes subestima as perdas em relação as situações de campo. Vale destacar que as perdas de matéria seca podem ser consideradas

baixas, já que foram menores que 5%. Na prática, perdas de silagem em torno de 15-20% são aceitáveis

6 CONCLUSÕES

É possível produzir silagem de grão úmido de aveia preta.

A silagem de grão úmido de aveia preta apresenta melhor conservação quando o grão é triturado.

A reidratação do grão de aveia preta no estágio duro melhora os aspectos fermentativos, podendo ser utilizado como alternativa para a ensilagem do grão de aveia preta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos neste trabalho auxiliará a compreensão sobre a utilização de aveia preta para a produção de silagem de grão úmido, assim podendo contribuir para a produção e o desenvolvimento das praticas de produção.

Observamos com este estudo que quando se faz o processamento dos grãos de aveia preta na produção de silagem se tem uma melhor conservação da silagem, mesmo apresentando pouca variação entre as medias das variáveis de análise. Sendo assim para auxiliar e ampliar a produção de produtores recomendar-se-ia para que utiliza-se a área antes ociosa e utilizada para cobertura vegetal fosse destinada a produção de silagem com grãos úmidos de aveia processados, aumentando a disponibilidade de alimento e consequentemente aumentando a capacidade de unidade animal da propriedade.

Deve-se destacar que o estudo foi feito com intuito de averiguar a possibilidade da produção de silagem de grão úmido de aveia preta em diferentes épocas de colheita com ou sem processamento dos grãos. Desta forma, deve-se investir e pesquisa para se esclarecer sobre o valor nutritivo bem como a viabilidade econômica da produção. A produção de uma fonte de alimento otimizando áreas ociosas por meio da silagem de grão úmido de aveia apresenta viabilidade econômica? Com a retirada dos grãos de aveia provenientes de áreas de cobertura verde existem perdas na conservação e fertilidade do solo?

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, Flânia Mônico. **Grãos Inteiros de milho, aveia branca ou arroz com casca na terminação de bovinos confinados – desempenho e comportamento ingestivo**. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- BORSATO, Aurelio Vinicius. *et al.* Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, 2000, p. 163-168.
- CARVALHO, Paulo Cesar de Faccio; SANTOS, Davi Teixeira; GONÇALVES, Edna Nunes; MORAES, Anibal; NABINGER, Carlos. Forrageiras de Clima Temperado. In: NABINGER, M. C. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2015.
- COSTA, Ciniro; MEIRELLES, Paulo Roberto Lima; REIS, Wagner. Silagem de grãos úmidos de cereais na alimentação animal. In: Simpósio Sobre Produção E Utilização De Forragens Conservadas, 2., Maringá. **[Anais...]** Maringá: UEM, 2004. v. 1. p. 133-160.
- DEMARQUILLY, Camille; ANDRIEU, J. Quelques rappels sur les mesures effectuées pour connaître la valeur nutritive des ensilages de maïs. In: **Colloque maïs ensilage, 1996**. Nantes-France, 1996, p. 23 – 33.
- DENARDINI, Cristiane Casagrande. SILVA, Leila Picolli. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2009. [Online]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a109cr517.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- FANCELLI, Antônio Luiz; DOURADO NETO, Durval. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- FERRARETTO, Luiz Felipe; CRUMP, Peter; SHAVER, Randy Duncan. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science, Madison**. 96, 2013, p.533-550.
- FLOSS, Elmar Luiz; BOIN, Celso; PALHANO, Ana Luisa; FILHO, Cecilio Viegas Soares; PREMAZZI, Linda Monica. Efeito do Estádio de Maturação Sobre o Rendimento e Valor Nutritivo da Aveia Branca no Momento da Ensilagem. **Boletim da indústria animal**, Nova Odessa, v. 60, n. 2, 2003, p. 117–126.
- HENDERSON, Nancy. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**. 1993, p.35-56. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1150223](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1150223). Acesso em: 01 dez. 2020.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Aveia: silagem de grãos úmidos. In: Londrina. **[Anais...]** Londrina: IAPAR, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM**. (2018). Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>. Acesso em: 20 mai. 2020.

JOBIM, Clóvis Cabreira and BRANCO, Antônio Ferriani. and SANTOS, Geraldo Tadeu. Silagem de grãos úmidos na alimentação de bovinos leiteiros. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite**, Goiânia – Goiás, maio 2003. p. 457-376. Disponível em:

<http://www.nupel.uem.br/graosumidos.pdf>.

JOBIM, Clóvis Cabreira *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 36, supl. p. 101-119, July 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 29 nov. 2020.

JOBIM, Clóvis Cabreira *et al.* Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/65037>. Acesso em: 12 de julho 2020.

KERA. **Manual de Ensilagem Kera**. (2018). Disponível em:

https://www.kerabrasil.com.br/downloads/Kerasil_Manual_de_Ensilagem_Kera.pdf. Acesso em: 13 nov. 2020.

KOTARSKI, Susan; WANISKA, Ralph; THURN, Kerry. 1992. Sarch hydrolysis by the ruminal microflora. In: Annual Ruminant Nutrition Conference, 31. Washington, **The Journal of Nutirtion**, v. 122: p. 178-190. Disponível em:

<https://academic.oup.com/jn/article-abstract/122/1/178/4754875>.

KRAUS, Scott. *et al.* Acoustic alarms reduce porpoise ortality. **Journal of Science**, v. 67, n. 388, p. 525, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/41451> Acesso em: 30 jan. 2020.

KUNG, Limin; SHAVER, Randy Duncan. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**, 2001, v.3, n.13, p.1-5. Disponível em: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/10/Fermentation2.pdf>. Acesso em: 12 de julho 2020.

MCALLISTER, Tim; RIBEIRO, Gabriel. **Microbial strategies in the ruminal digestion of starch**. (2013). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/308400390_Microbial_strategies_in_the_ruminal_digestion_of_starch. Acesso em: 01 dez. 2020.

NUMMER Itavor Filho. Silagem de Grão Úmido de Milho. In: 9o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, Gramado, RS. **Anais**. Gramado, RS: 2001. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0104.pdf.

OLIVEIRA, Vinicius da Silva; NETO, José Adelson Santana; VALENÇA, Roberta de Lima; SILVA, Barbará Cristina Dantas da; SANTOS, Ana Caroline Pinho.

Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.22, n. 2, jul./dez. 2016, p.1-18. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/VTv22n2a2016.32660>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PEDROSO, Andre de Faria. Princípios Básicos, Produção e Manejo de Silagem. In: CRUZ, Geraldo Maria da; MONTEIRO NOVO, Andre Luis. Curso: produção e manejo de silagem. **Resumo em anais de congresso (CPPSE)**, São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. p.11-40. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/44489>.

PINTO, Ricardo Silva. **Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes espécies**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2009.

REIS, Wagner; JOBIM, Clóvis Cabreira; MACEDO, Francisco de Assis Fonseca. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, 2001, p. 596-603.

RESTLE, João; FATURI, Cristian; PASCOAL, Leonir Luis; ROSA, Joilmaro Rodrigo Pereira; BRONDAN, Ivan Luiz; ALVES FILHO, Dari Celestino. Processamento do Grão de Aveia para Alimentação de Vacas de Descarte Terminadas em Confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, 2009, p. 496–503.

ROOKE, John; HATFIELD, Ronald. Biochemistry of Ensiling. **USDA-ARS / UNL Faculty**, 2003, p. 95-139. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2404&context=usdaarsfacpub>. Acesso em 01 dez. 2020.

SCHEFFER-BASSO, Serena Renato; FONTANELI, Roberto Serena; DÜRR, João Walter. *et al.* **Valor nutritivo de forragens: concentrados, pastagens e silagens**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - Centro de Pesquisa em Alimentação, 2003.

SCHMITT, Ricardo. **Armazenamento de milho em uma propriedade sunícola de Pitanga-PR, na forma de silagem de grão úmido e seu efeito na produção de suínos no ano de 2004**. 34f. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão de Agronegócios) – Faculdades do Centro do Paraná. Pitanga, 2006.

SEVERO, Igor Kieling; MÜLLER, Sayonara Salvatti; MISSIO, Regis Luis; ELEJALDE, Denise Adelaide Gomes; RIEGER, Renan Diego; MORAES, Guilherme Kehrwald. Silagem de milho colhida com diferentes alturas e adição de inoculante microbiano e enzimático. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, 2020, v. 63, p.1-7. Disponível em: <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3293>. Acesso em 05 julho 2020.