



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
E RECURSOS PESQUEIROS



SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) ADITIVADAS COM
SUBPRODUTOS DE CERVEJARIA

ANA REBECA PIRES DA SILVA

MANAUS

2021

ANA REBECA PIRES DA SILVA

SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) ADITIVADAS COM
SUBPRODUTOS DE CERVEJARIA

Orientador: Dr. Pedro de Queiroz Costa Neto.

Coorientador: Dr. Fábio Jacobs Dias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP da Universidade Federal do Amazonas-UFAM como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Ana Rebeca Pires da
S586s Silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) aditivadas com subprodutos de cervejaria / Ana Rebeca Pires da Silva. 2021
61 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Pedro de Queiroz Costa Neto
Coorientador: Fábio Jacobs Dias
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Aditivos. 2. Ensilagem. 3. Levedura autolisada. 4. Resíduo úmido de cervejaria. 5. Silos experimentais. I. Costa Neto, Pedro de Queiroz. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ANA REBECA PIRES DA SILVA

**SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) ADITIVADAS COM
SUBPRODUTOS DE CERVEJARIA**

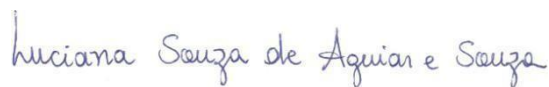
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração em Produção Animal.

Aprovada em 15 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Pedro de Queiroz Costa Neto - Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Dra. Luciana Souza de Aguiar e Souza - Membro
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Hugo Lennon Corrêa - Membro
Universidade Estadual Paulista

AGRADECIMENTOS

À frente de tudo, DEUS, por amparar-me de todas as formas necessárias para chegar até aqui, por amar-me através das pessoas e por nunca ter permitido que os sonhos, a vontade e a força para continuar deixassem meu coração.

Grata a Universidade Federal do Amazonas – UFAM por ser todos esses anos desde a graduação, uma segunda casa, oferecendo-me todos os recursos para que eu pudesse me desenvolver como pessoa e profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros – PPGCARP, pela estrutura e professores capacitados para nos oferecer o melhor. Aos colegas de turma pela companhia, convívio alegre e descontraído.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa conferida.

Ao Dr. Pedro de Queiroz Costa Neto, pela orientação, ensinamentos, correções e puxões de orelha. Enfatizo o privilégio de ter um diálogo aberto e sincero entre professor e aluna, que tornou tudo mais proveitoso e leve.

Ao Dr. Fábio Jacobs Dias, pela coorientação, ensinamentos, oportunidades concedidas, correções e sugestões nesta dissertação e por todos os outros trabalhos que já realizamos juntos, principalmente pela amizade de todos esses anos em que me orienta desde a graduação. Sem sua contribuição, não seria possível chegar aqui.

As equipes dos Laboratórios de Forragicultura e Pastagens – LAFOPAST e Laboratório de Princípios Bioativos de Origem Microbiana – LPBOM, à Msc. Midian Salgado, Marieta Castro, Valéria Valente, Paloma García, Michele Nogueira, Marcelo Tavares, Kelven Coelho, Brenda Meireles, Márcia Lorena e Leandro Maquiné, por toda assistência, colaboração, apoio técnico, incentivo e momentos de descontração. Reconheço a grande importância da colaboração de cada um de vocês para meu trabalho e minha vida. Obrigada por dedicarem seu tempo a mim e ao meu aprendizado.

Á Marcelo Tavares e Kelven Coelho por toda a ajuda, apoio, direcionamento e amizade. Grata pela enorme parcela de contribuição em todos os momentos de dificuldades e dúvidas. Respeito e admiração carrego por vocês.

Aos amigos da turma de mestrado, Danielly Pimentel, Armando Prestes, Amanda Pimentel, Eliena Guimarães, Márcia Lorena e Brenda Meireles. Por serem pessoas queridas, descontraídas e agradáveis para dividir esta fase de nossas vidas.

À minha pequena família, Ana Luiza Cavalcanti e Vinicius Cavalcanti, por serem pessoas queridas e especiais em minha vida, por me incentivarem e torcerem por minhas vitórias. Sobretudo por me amarem, em todas as minhas fases, nos altos e baixos, nos momentos de alegria e tristeza. Sem a certeza de que vocês estão ali para me apoiar e serem meu esteio, eu não teria conseguido.

À Octavio Ferreira de Matos, pelo apoio constante, companheirismo, compreensão, incentivo, caminhada lado a lado e especialmente amor. Te amo.

Em memória de Luciana da Silva Cavalcanti, por ter sido a melhor mãe do mundo, por ter me amado incondicionalmente, por ter plantado em meu coração tantos sonhos, especialmente a perseverança para ir em busca dos meus objetivos e realizar o que idealizamos juntas. Todos os meus feitos, são para você. Eu te amo!

Dedico.

RESUMO

A ensilagem é a conservação da forragem por meio da fermentação em ambiente anaeróbico, realizada pela ação de microrganismos produtores de ácidos orgânicos favoráveis a esta fermentação. O emprego de aditivos que possam potencializar este processo demonstra-se pertinentes a sua utilização. O resíduo úmido de cervejaria (RUC) e a levedura autolisada (LA), são subprodutos agroindustriais oriundos da fabricação da cerveja, por serem descartados, categorizam-se como alimentos de baixo custo que podem ser utilizados como aditivos na ensilagem, fonte alternativa de alimentação para animais ruminantes. Foram realizados dois experimentos, utilizando RUC e LA incorporados na ensilagem de sorgo, com o objetivo de avaliar a qualidade através de avaliações centesimais e microbiológicas. O sorgo foi cortado aos 90 dias pós plantio, ensilado e armazenado em silos experimentais de PVC, com capacidade média de 4 Kg de material, com dimensões de 10 cm de diâmetro x 50 cm de altura. Para ambos os experimentos foi adotado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e três repetições. Para o experimento I, adição de RUC: T1) forragem de sorgo (testemunha); T2) forragem de sorgo + 25% de RUC; T3) forragem de sorgo + 35% de RUC; T4) forragem de sorgo + 45% de RUC e T5) forragem de sorgo + 55% de RUC. Experimento II, adição de LA: T1) forragem de sorgo (testemunha); T2) forragem de sorgo + 2,5% de LA; T3) forragem de sorgo + 5% de LA; T4) forragem de sorgo + 7,5% de LA e T5) forragem de sorgo + 10% de LA. Os mini silos foram abertos após 30 dias da ensilagem e foram retiradas amostras para a determinação das análises centesimais e microbiológicas. A adição do RUC à ensilagem de sorgo promoveu elevação nos seguintes teores: matéria mineral, proteína bruta, fibra detergente neutro, hemicelulose e extrato etéreo. Manteve os conteúdos médios de perdas, pH, fibra detergente ácido e nutrientes digestíveis totais. Conferiu redução nos níveis de matéria seca, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Os tratamentos T1 e T2 expressaram resultados favoráveis. A silagem com LA, proporcionou aumento do teor de proteína bruta, houve redução nos teores de pH e matéria seca, as demais frações não demonstraram ganhos significativos. O tratamento T1 retratou melhores resultados segundo os teores obtidos. Dos aditivos utilizados neste experimento, o RUC promoveu melhoras nos parâmetros considerados cruciais para uma silagem de qualidade.

Palavras-chave: Aditivos, ensilagem, levedura autolisada, resíduo úmido de cervejaria, silos experimentais.

ABSTRACT

Ensilage is the conservation of forage through fermentation in an anaerobic environment, carried out by the action of microorganisms that produce organic acids favorable to this fermentation. The use of additives that can enhance this process proves to be relevant to its use. The wet brewery residue (RUC) and autolyzed yeast (LA) are agro-industrial by-products from the manufacture of beer, due to being discarded, they are categorized as low-cost foods that can be used as additives in silage, an alternative source of feed for ruminant animals. Two experiments were carried out, using RUC and LA incorporated in sorghum ensilage, with the objective of evaluating the quality through proximate and microbiological evaluations. Sorghum was cut 90 days after planting, ensiled and stored in experimental PVC silos, with an average capacity of 4 kg of material, with dimensions of 10 cm in diameter x 50 cm in height. For both experiments, a completely randomized design (DIC) with four treatments and three replications was adopted. For experiment I, addition of RUC: T0) sorghum forage (control); T1) sorghum forage + 25% RUC; T2) sorghum forage + 35% RUC; T3) sorghum forage + 45% RUC and T4) sorghum forage + 55% RUC. Experiment II, addition of LA: T0) sorghum forage (control); T1) sorghum forage + 2.5% LA; T2) sorghum forage + 5% LA; T3) sorghum forage + 7.5% LA and T4) sorghum forage + 10% LA. The mini silos were opened 30 days after ensiling and samples were taken for the determination of proximate and microbiological analyses. The addition of RUC to sorghum silage promoted an increase in the following contents: mineral matter, crude protein, neutral detergent fiber, hemicellulose and ether extract. It maintained the average loss contents, pH, acid detergent fiber and total digestible nutrients. It verified a reduction in the levels of dry matter, total carbohydrates and non-fibrous carbohydrates. Treatments T0 and T1 expressed favorable results. Silage with LA provided an increase in the content of crude protein, there was a reduction in the levels of pH and dry matter, the other fractions did not show significant gains. The T0 treatment showed better results according to the levels obtained. Of the additives used in this experiment, the RUC promoted improvements in the parameters considered crucial for quality silage.

Keywords: Additives, silage, autolyzed yeast, wet brewery residue, experimental silos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 (A): Incorporação do resíduo úmido de cervejaria (RUC) a forragem de sorgo recém cortado. (B): Aplicação da levedura autolizada com o auxílio de pulverizador costal. (C): Silos experimentais. Arquivo pessoal, 2020..... 32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores nutricionais (%) das principais formas de levedura utilizadas na nutrição animal. 30
- Tabela 2.** Composição centesimal da forragem de sorgo no momento do corte e respectivos tratamentos com a inclusão de RUC..... 34
- Tabela 3.** Composição centesimal da forragem de sorgo no momento do corte e respectivos tratamentos com a inclusão LA. 35
- Tabela 4.** Médias, equações de regressão, coeficientes de variação (CV) e determinação (R^2), obtidos para os tratamentos com inclusão de resíduo úmido de cervejaria (RUC).37
- Tabela 5.** Médias, equações de regressão, coeficientes de variação (CV) e determinação (R^2), obtidos para os tratamentos com a inclusão de levedura autolisada (LA) 38
- Tabela 6.** Contagens microbianas da silagem de sorgo com inclusão resíduo úmido de cervejaria (RUC) aberta aos 30 dias..... 45
- Tabela 7.** Contagem microbianas da silagem de sorgo com levedura autolisada (LA) aberta aos 30 dias 45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Ensilagem	16
3.2 Critérios e forragens indicadas para ensilagem.....	18
3.3 Recomendações para o plantio de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) na Amazônia.....	19
3.4 Silagem de sorgo.....	20
3.5 Microbiologia da silagem	22
3.6 Utilização de aditivos nas silagens.....	24
3.7 Resíduo úmido de cervejaria.....	26
3.8 Levedura autolisada.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Área de estudo.....	31
4.2 Delineamento experimental	31
4.3 Análise centesimal.....	33
4.5 Análise microbiológica.....	35
4.6 Análise estatística.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

Dentre as técnicas de conservação de forragens relevantes, a ensilagem é um processo do qual gera-se um produto resultante da fermentação efetuada por microrganismos na ausência de oxigênio, que consomem principalmente os açúcares disponíveis na planta fresca gerando ácidos orgânicos (ácidos láctico, acético e butírico), que promovem a diminuição do pH dentro de um ambiente chamado silo, permitindo a conservação das características da forragem e seus nutrientes.

Ainda há características que uma planta deve possuir para possibilitar condições oportunas durante o processo fermentativo, tais como, teor de matéria seca em torno de 30 a 35%, alto teor de carboidratos solúveis, baixo poder tampão e microflora epifítica (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Dentre as forrageiras mais indicadas para a conservação de forragem na forma de ensilagem, o sorgo pertence ao grupo de plantas mais utilizados para este fim, devido as suas condições favoráveis. A utilização do sorgo para a confecção de silagem pode estar associada a utilização de aditivos, que são aplicados na ensilagem, verificando-se a possibilidade de estimular a fermentação, diminuir perdas por efluentes e podendo incrementar o teor nutricional da silagem.

Com a progressão do agronegócio, o desenvolvimento das técnicas de transformação de alimentos levou à geração de muitos resíduos agroindustriais. A maior parte desses resíduos é indevidamente descartada, poluindo as áreas urbanas e rurais. Uma alternativa para o aproveitamento desses resíduos é como aditivos na alimentação de animais. Além de auxiliar na diminuição do impacto ambiental, pode ser uma opção de redução de custos com alimentação.

Encontram-se na literatura diversos trabalhos a respeito da utilização de resíduos como aditivos na alimentação animal. Assim como a busca por novos aditivos ou por combinações de produtos que apresentem efeito benéfico a melhor conservação e diminuição de perdas do material ensilado. Todavia, é necessário verificar a viabilidade desses respectivos alimentos e aditivos.

Subproduto proveniente da fabricação de cerveja, o resíduo úmido de cervejaria (RUC), é utilizado na alimentação animal, pois caracteriza-se como alimento de alto teor proteico e promove a diminuição dos custos com a alimentação devido ao fato de ser descartado, do mesmo modo, a levedura autolisada (LA), igualmente procedente da indústria

cervejeira. Ambos apresentam ótimas perspectivas de utilização, pois são produzidos em grande volume e não demonstram problemas com a sazonalidade, assim o produto pode ser adquirido em qualquer época do ano a baixo custo. Todavia, estes são dependentes de logística e está será mais bem aproveitada em função da proximidade de onde o material será utilizado, caso contrário o custo torna-se inviável.

Ainda na categoria de aditivos na alimentação animal, nota-se grande interesse na utilização de inoculantes microbianos encontrados comercialmente, os quais são constituídos por microrganismos produtores de ácidos orgânicos, mais especificamente bactérias produtoras de ácido lático. A utilização do inoculante microbiano, ao ser adicionado a forragem destinada a silagem, propõe o aumento da população inicial disponível na forragem para intensificação do processo de produção de ácidos orgânicos, e consequente queda do pH da massa ensilada, garantindo preservação dos nutrientes existentes na forragem.

Embora seja comum o uso de inoculantes na silagem, há poucos estudos no que se refere a utilização de resíduos agroindustriais e aditivos que possam fornecer incremento microbiológico às silagens. Os subprodutos e resíduos gerados do processamento de cerveja são reconhecidos por alta carga poluidora relacionada a efluentes com alta carga orgânica e grande quantidade de biomassa, entre resíduos de matéria-prima e de levedura (MAITI *et al.*, 2017).

Neste contexto, buscou-se avaliar a utilização de RUC e LA como fontes de inoculantes incorporados à ensilagem de sorgo, com a hipótese de que o uso desses aditivos poderá influenciar de forma positiva na conservação dos nutrientes do material ensilado, tornando-o, dessa forma um alimento de qualidade e potencial para ser utilizado na alimentação animal, sem prejuízos no valor nutricional e qualidade microbiológica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a composição centesimal e qualidade microbiológica de resíduo úmido de cervejaria e levedura autolisada como aditivos incorporados a ensilagem de sorgo.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a composição centesimal e qualidade microbiológica de silagem de sorgo com adição de níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria (RUC);

Avaliar a composição centesimal e qualidade microbiológica de silagem de sorgo com diferentes concentrações de levedura autolisada (LA);

Determinar os níveis de RUC e LA que apresentarem os melhores valores centesimais e microbiológicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ensilagem

O processo de ensilagem consiste na conservação em ambiente ácido, de alimentos úmidos ou parcialmente secos, de forma anaeróbia, que causa depleção na respiração celular e consequente favorecimento da proliferação de bactérias que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos (TOMICCH *et al.*, 2003). As bactérias produtoras de ácidos orgânicos reduzem o pH impedindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que deterioram o material ensilado, alterando o valor nutritivo da silagem (MACHADO *et al.*, 2012).

É uma técnica de preservação do alimento em um ambiente denominado silo e ocorre por meio de fermentação durante certo período, que conserva as características nutritivas próxima do material original (NEUMANN *et al.*, 2010), desde que a forragem utilizada apresente algumas particularidades que favoreçam a fermentação adequada, tais como teor de matéria seca em torno de 30%, baixo poder tampão, alta concentração de carboidratos solúveis e elevada digestibilidade (PINHO *et al.*, 2017).

As etapas que consistem no processo de ensilagem são colheita, trituração, transporte da forragem picada até o silo, compactação e vedação do silo. Em todas essas etapas são necessários cuidados para obter silagens de alta qualidade (TOMICCH *et al.*, 2003).

Contudo, em cada uma das etapas da ensilagem, podem ocorrer uma série de fatores que interferem no processo, determinando a qualidade final. Para a obtenção de uma silagem de qualidade, é necessário que as etapas deste processo estejam diretamente em função das características nutricionais da planta forrageira no momento do corte, das condições climáticas, da picagem e compactação da forragem e da eficiência de armazenamento. O corte pode ser feito manual ou mecanicamente. O corte manual é feito com foice, serra, cutelo, entre outros. O corte mecânico é realizado com máquinas especializadas que podem ou não ter dispositivo de condicionamento do material ceifado. Esse corte mecânico pode ser feito também por tração animal ou por roçadeira do tipo costal (CÂNDIDO; FURTADO, 2020).

O processo de fermentação da silagem é dividido em quatro principais fases (fase aeróbia inicial, fase de fermentação, fase estável e fase de retirada) de diferentes durações e intensidades (BARNETT, 1954).

A fase aeróbia, ocorre durante o enchimento do silo e se estende até algumas horas após o fechamento. Conforme o enchimento decorre, ainda há uma elevada concentração de oxigênio que favorece o crescimento de microrganismos aeróbios, como fungos, leveduras e algumas bactérias. A atuação destes microrganismos, simultaneamente com o processo respiratório da planta, promove redução do O₂ e dá início a segunda fase. A fase de fermentação, onde dá-se queda acentuada do pH da massa ensilada devido à presença de ácidos orgânicos, prolonga-se até que o pH reduza para valores abaixo de 5,0. Na fase de estabilidade, o pH ácido e a condição de anaerobiose conservam a forragem ensilada até a abertura do silo. Nesta fase, somente as bactérias homoláticas se encontram em atividade, porém reduzida. Finalmente a fase de retirada ou abertura, onde ocorre a exposição da silagem a elevadas concentrações de oxigênio, o que favorece o crescimento de microrganismos aeróbios danosos a qualidade da silagem, é a chamada de estabilidade aeróbia, a propriedade de inibição da proliferação de fungos e leveduras, após o contato com o ar (OHMOMO *et al.*, 2002).

Entre as tecnologias capazes de contribuir para incrementar os índices produtivos dos empreendimentos rurais, especialmente daqueles com limitação de área, a conservação do excedente da forragem produzida na época chuvosa para utilização na época seca é uma das mais versáteis e viáveis estratégias a serem adotadas (MACIEL *et al.*, 2004).

Contudo, a maior produção de forragens ocorre nos períodos de maior disponibilidade de fatores abióticos (luz, temperatura e precipitação), o que promove à sazonalidade na produção forrageira (GURGEL *et al.*, 2017), sendo necessário o uso de tecnologias de conservação de forragens para manter alimentos de maior qualidade em tempos de escassez (GURGEL *et al.*, 2019).

Os processos de conservação de forragem têm por objetivo preservar um alimento de bom valor nutritivo com o mínimo de perdas para uso posterior. Nesse sentido, a ensilagem pode ser uma possibilidade interessante, por permitir que o excedente da forragem produzida possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais durante o período de escassez de alimentos (CÂNDIDO; FURTADO, 2020).

O fornecimento da forragem na forma de silagem é alternativa bastante eficaz de solucionar os problemas de escassez de alimento no período seco para o rebanho. Assim, a silagem fornecida aos animais no período de estiagem permite que os animais entrem no período chuvoso com boa condição corporal reduzindo o custo de produção e idade produtiva dos animais (FERNANDES, EVANGELISTA e BORGES, 2016). Além de contribuir para o aumento da rentabilidade dos sistemas produtivos (STELLA *et al.*, 2016).

O uso da silagem na alimentação dos ruminantes é eficiente, principalmente nos períodos em que há baixa produção de forragens, de acordo com sua composição, as silagens podem ser fontes de carboidratos, fibras, açúcares, proteínas e minerais (BOLSEN, ASHBELL e WEIBERG, 1996; FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2009; JAHANZAD *et al.*, 2016).

3.2 Critérios e forragens indicadas para ensilagem

Para a escolha da forrageira destinadas a ensilagem, é necessário levar em consideração o alto rendimento por hectare, valor nutritivo, adaptação da planta ao solo e clima da região, necessidade de mecanização, facilidade de aquisição de mudas ou sementes, poder germinativo da semente, entre outros fatores. Características químicas da planta, como o teor de matéria seca, a concentração de carboidratos solúveis em água e capacidade tampão (resistência da massa de forragem em alterar o pH), são consideradas primordiais para a garantia de uma silagem de qualidade (CÂNDIDO; FURTADO, 2020).

Forragens com alto teor de umidade interferem de forma negativa no processo fermentativo. O excedente de umidade prejudica a fermentação desejável no silo, pois o valor de pH resultante da fermentação varia diretamente com o teor de matéria seca da planta (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991).

O teor de matéria seca (MS) ideal da planta a ser ensilada deve estar entre 28 e 40%, pois valores abaixo de 28% favorecem a perda de efluentes (líquidos e nutrientes) e o excesso de umidade presente na forragem no momento de corte, possibilita a atuação de microrganismos indesejáveis (JOBIM; PEREIRA FILHO e SILVA, 2009).

O baixo teor de MS nas forragens, sugere a perdas por efluentes, onde serão lixiviados conteúdos solúveis: açúcares, proteínas e vitaminas que possivelmente são desintegrados no momento da picagem. Do ponto de vista do perfil fermentativo, ainda pode ocorrer crescimento de microrganismos indesejáveis que são favorecidos pela alta atividade de água (TOMICICH *et al.*, 2003).

Enquanto valores de MS acima de 40% causam problemas relacionados à baixa compactação (JOBIM; PEREIRA FILHO e SILVA, 2009). Forragens com maior teor de MS apresentam a compactação dificultada, valores acima de 60% de MS geralmente não permitem compactação adequada. Visando facilitar a compactação, o tamanho de partícula deve ser levado em consideração, a planta deve ser picada em tamanhos de partícula de 2 a

5 cm, esse processo facilita a compactação fazendo com que permaneça pouco oxigênio entre as partículas estimulando a fermentação por bactérias anaeróbias facultativas (DUNIÈRE *et al.*, 2013).

Para estabilização eficiente da faixa de pH durante a ensilagem, é necessário que o material tenha quantidade adequada de substratos para os microrganismos produtores de ácidos orgânicos (bactérias ácido lácticas). Se a concentração de carboidratos solúveis for apropriada, as condições serão favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico (PEREIRA; BUENO; HERLING, 2015). A estabilização das silagens ocorre entre três e sete dias, porém, períodos entre 21 e 30 dias são os mais adequados para a estabilização da fermentação (KUNG JUNIOR, 2013).

3.3 Recomendações para o plantio de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na Amazônia

Na Amazônia ocorrem dois ambientes distintos, terra firme e várzea. O ecossistema de produção em terra firme caracteriza-se por não ser inundável, pela viabilidade de cultivá-lo no decorrer do ano todo, contanto que atenda às peculiaridades da cultura, como época de semeadura, por exemplo, e pela baixa fertilidade natural do solo. Enquanto o ecossistema de produção na várzea caracteriza-se pela inundaçãõ periódica, o que proporciona limitação no período de cultivos agrícolas, e pela elevada fertilidade natural do solo, devido à renovação anual de seus elementos fertilizantes nos períodos de cheia (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Para o estabelecimento da época de semeadura para uma cultura é importante relacionar o clima da região com a fisiologia da planta. No Amazonas, o que define a época de semeadura é a distribuição das chuvas.

A cultura consome aproximadamente 500 a 800 mm de água durante o ciclo, e os períodos de florescimento e reprodutivo são os de maior demanda hídrica (OLIVEIRA *et al.*, 2018). O clima na região Amazônica é quente e úmido, de acordo com Mota e Medeiros (2002) e Oliveira *et al.* (2011), a precipitação pluviométrica anual da região de Manaus varia de 2587 a 1730 mm e se concentraram nos meses de dezembro a maio, correspondendo a 66,9% de toda a precipitação anual e o restante 33,1% fica distribuído nos demais meses restantes.

Assim a época de semeadura no Estado varia de outubro a dezembro em ecossistemas de várzea e de novembro a março (período de maior concentração de chuvas) em ecossistemas de terra firme (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Segundo o Boletim IAC/2000/2014, a época ideal de semeadura do sorgo, deve se dar no início nas primeiras chuvas do ano agrícola, geralmente após 100 mm de chuva. Muitas cultivares de sorgo são sensíveis ao fotoperíodo, ocorrendo estímulo floral precoce e menor produção de matéria seca, quando se atrasa o plantio. Já para a época de colheita, o estágio ideal de colheita de sorgo para silagem é quando a planta inteira estiver com teor de matéria seca entre 30 e 35%. Planta de sorgo ensilada com menos de 30% de matéria seca possui umidade elevada, o que aumenta as perdas de nutrientes através da liberação de efluente, além de favorecer a degradação da massa ensilada por fermentação indesejável por clostrídios. Segundo Jacobs Dias (2017), dados não publicados, a janela de plantio e colheita de sorgo na região metropolitana vai de 15 de abril a 15 de maio para plantio e de 15 de julho a 15 de agosto para colheita.

3.4 Silagem de sorgo

Das culturas frequentemente utilizadas para ensilagem, a cultura do milho (*Zea mays*) e do sorgo, demonstram requisitos ideais para ensilagem (teores elevados de matéria seca, e de carboidratos solúveis em água e baixo poder tampão) (PERAZZO *et al.*, 2017).

O milho e o sorgo podem ser considerados as culturas mais utilizadas no mundo para tal finalidade, principalmente devido ao seu teor de carboidratos solúveis que favorecerem a fermentação láctica e consequente conservação da forragem (CABRAL *et al.*, 2015).

As plantações de sorgo são capazes de manter níveis de produtividade de massa de forragem em regiões com escassez de nutrientes mantendo a qualidade da planta para posterior realização de silagem (MACEDO *et al.*, 2012).

O sorgo é uma cultura de metabolismo do tipo anual C4, apto a ter elevados rendimentos de forragem por hectare e capaz de ser utilizado para produção de silagem. Apresenta vantagens competitivas como a elevada produção de biomassa, qualidade dos grãos e a estabilidade da produção em condições adversas (GIZZI; GAMBI, 2016). Devido ao seu metabolismo tipo C4, que propicia a capacidade de suportar elevados níveis de radiação solar com resposta em alta taxa fotossintética e menor fotorrespiração (LANDAU; SANS, 2012).

Uma característica peculiar da cultura do sorgo é apresentar teores de carboidratos solúveis superiores às concentrações mínimas necessárias para uma boa fermentação (NEUMANN *et al.*, 2010).

A grande maioria dos genótipos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para bom crescimento e desenvolvimento, e devido a ser uma planta C4, seu metabolismo que age minimizando a perda de água através da regulação da abertura e fechamento dos estômatos, conferindo a esta cultura maior tolerância a altos níveis de radiação solar e alta taxa fotossintética. Além disso, a planta de sorgo possui maior resistência ao déficit hídrico e o excesso de umidade no solo quando comparada a outros cereais (MAGALHÃES, DURÃES e RODRIGUES, 2003). Ainda segundo esses autores, pode ser cultivado numa ampla faixa de temperatura sendo o desenvolvimento da maioria das cultivares limitado em temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C.

Para a conservação de forragem, o sorgo destaca-se por ser resistente a fatores ambientais adversos, apresenta alto rendimento de matéria seca e concentração de carboidratos solúveis. Suas características bromatológicas, equivalentes a 85 a 90% da silagem de milho permitem fermentação adequada e consequente armazenamento desse alimento na forma de silagem, devido ao maior teor de proteína bruta em algumas variedades e características agrônômicas (MORAES *et al.*, 2013).

Característica peculiar da cultura do sorgo é apresentar teores de carboidratos solúveis superiores às concentrações mínimas necessárias para uma boa fermentação (NEUMANN *et al.*, 2010).

Fonte eficiente de volumoso, devido sua elevada resistência a regiões com déficits hídricos, a silagem de sorgo torna-se alternativa viável (CONTRERAS-GOVEA *et al.*, 2010; PERAZZO *et al.*, 2013), bem como apresenta maior rendimento de biomassa que a cultura do milho, alto valor nutricional e baixo custo de produção (PEERZADA *et al.*, 2017).

Desse modo, com a alta produção de matéria seca e bons níveis de carboidratos solúveis favorecem boa taxa de fermentação láctica na massa ensilada tornando adequadas para produção de silagem com agregado valor nutritivo (PEDREIRA *et al.*, 2003; PIRES *et al.*, 2013; NEVES *et al.*, 2015).

Algumas variedades dessa espécie têm como característica apresentar adaptação a diferentes climas como por exemplo, temperadas frias, ou muito quente, tolerância ao déficit hídrico, entre outras. Além disso, pode ser cultivada em diferentes tipos de solos, podendo variar desde arenosos a ligeiramente argilosos, não tolerando apenas, solos mal drenados, ainda, podem desenvolver-se melhor que outros cereais em áreas de baixa fertilidade, porém, apresenta melhores respostas em solos bem-preparados e adubados (MAGALHÃES, DURÃES e SCHAFFERT, 2000; RODRIGUES, 2010).

3.5 Microbiologia da silagem

Definido como parâmetro para indicar a qualidade da silagem, o processo de conservação promovido pela microbiota presente no silo, é determinante. Os microrganismos encontrados no supracitado ambiente, podem ser divididos de maneira geral em dois grupos: microrganismos desejáveis (bactérias produtoras de ácido lático) e os indesejáveis (*Clostridium* sp., enterobactérias, leveduras e fungos aeróbios) que ocasionam perdas de matéria seca e comprometem a qualidade e o consumo de silagem pelos animais (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991; MUCK, 2010).

Para que se tenha fermentação apropriada, é de importância crucial assegurar-se que haja ambiente anaeróbio, fonte de substrato e população significativa de bactérias ácido-láticas. A limitação de alguma das características citadas implica em perdas no processo fermentativo até fermentações indesejadas (fermentação butírica), provocado pela elevada presença de leveduras (OLIVEIRA *et al.*, 2010), reduzindo a aceitabilidade e a ingestão por parte dos animais.

A microbiota presente nas culturas forrageiras difere-se da encontrada na planta fresca, dos presentes durante o processo de fermentação e das existentes quando a silagem estiver pronta (abertura). As plantas geralmente possuem população microbiana autóctone equilibrada. No entanto, durante os processos de colheita, transporte, corte, ensilagem do material, compactação a depender do método adotado e até mesmo das espécies vegetais nativas ou cultivadas, se haverá inclusão de outras espécies vegetais ou aditivos, pode haver mais contaminações e, ou variações nesta. A probabilidade de multiplicação dessas populações de microrganismos na massa ensilada está relacionada às condições do meio que naturalmente irá selecionar os grupos microbianos que poderão se desenvolver (SANTOS *et al.*, 2010).

Conforme o estudo realizado por Muck (2010), as bactérias ácido-láticas (BAL), são um conjunto de bactérias, apresentando como principais gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc*, uma vez que nesses microrganismos mais de 70% são bactérias homoláticas, encontrados usualmente nas silagens. Além de produzir essencialmente ácido lático, podem produzir outros, tais como ácido acético (AA), etanol e CO₂ (PAHLOW *et al.*, 2003). Dentre estes supraditos, o *Lactobacillus* é o gênero predominante em culturas forrageiras e silagens (KOC *et al.*, 2017).

As bactérias ácido-láticas em geral são essenciais para que ocorra adequado processo de fermentação onde as produções de ácidos orgânicos, principalmente ácido lático,

promovam a acidificação do material ensilado ocorrendo declínio do pH e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, fungos filamentosos e leveduras (PAHLOW *et al.*, 2003).

Sabe-se que as bactérias do gênero *Clostridium* ocasionam efeitos negativos para com a qualidade das silagens, pois são microrganismos capazes de promover perdas de matéria seca, redução da aceitabilidade e diminuição da estabilidade aeróbia da silagem (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

Normalmente, após as bactérias ácido lácticas pararem de crescer ativamente no silo, é o momento em que os clostrídios passam a se desenvolver. O principal produto da sua fermentação é o ácido butírico como também ácido acético, ácido propiônico e etanol, possuindo efeito negativo sobre a qualidade da silagem, liberando CO₂, gerando perdas de matéria seca e energia, principalmente quando o pH se encontra acima de 5,0 e elevado teor de umidade, esses microrganismos fermentam carboidratos solúveis, ácido láctico e aminoácidos (MUCK, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2010; REIS *et al.*, 2008).

Leveduras talvez sejam os microrganismos aeróbios mais significativos na cultura em relação à qualidade da silagem (MUCK, 2010). As leveduras são conhecidas como os principais agentes responsáveis pela deterioração aeróbia das silagens (WOOLFORD, 1990; O'KIELY; MUCK, 1992). Estas podem utilizar açúcares e ácido láctico, desenvolvendo competição com as bactérias ácido-láticas no início do processo fermentativo, formando principalmente etanol, que não tem valor preservativo para a silagem, com agravante de ocasionar perdas de matéria seca (ROTZ; MUCK, 1994).

Caracterizados como microrganismos especificamente aeróbios, os bolores são os fungos filamentosos presentes na colheita. Comparando-os com outros microrganismos participantes do processo fermentativo das silagens, em média são os produtores mais lentos. Apesar de apresentarem viabilidade de se desenvolverem na presença de diversos compostos, raramente são aparentes ou têm população suficiente para afetar de forma brusca a qualidade da silagem. Todavia, a presença visual deles é um indicativo de silagem de qualidade consideravelmente inferior à da colheita na ensilagem (MUCK, 2010).

De modo geral, a estabilização e preservação dos nutrientes de uma silagem de boa qualidade, são devido à combinação de um ambiente anaeróbio e o crescimento satisfatório de bactérias produtoras essencialmente de ácido láctico. A fermentação das bactérias produz os ácidos que reduzem o pH e inibem o crescimento de microrganismos prejudiciais. O baixo pH e os ácidos orgânicos ajudam a desacelerar, porém não parar totalmente, a deterioração causada por microrganismos anaeróbios. Contudo, pode-se destacar que o ambiente

anaeróbio é o caminho mais eficaz para prevenir o crescimento de leveduras, bolores e bactérias aeróbias que estragam e aquecem a silagem (MUCK, 2010).

3.6 Utilização de aditivos nas silagens

Dos objetivos da utilização de aditivos, estão a melhoria dos padrões fermentativos da massa ensilada, reduzir perdas de matéria seca, preservação de nutrientes durante ou após a fermentação, provisão de substratos fermentáveis para bactérias ácido-láticas, tem potencial de melhorar valor nutricional da silagem, contribuir com a melhoria da palatabilidade e aumentar o consumo pelos animais (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

Para serem considerados apropriados, com o objetivo de incorporá-los na silagem, os aditivos devem possibilitar segurança alimentar, minimizar perdas de matéria seca, limite a fermentação secundária (atuação de bactérias do gênero *Clostridium* ou enterobactérias), aumente o valor nutritivo, melhore a estabilidade aeróbia e disponha maior retorno em produção animal em relação aos custos apresentados pelo uso do aditivo (HENDERSON, 1993).

Os aditivos aplicados nas silagens são qualificados pelos efeitos que estes propiciam na mesma. São capazes de possibilitar melhorias na preservação da silagem, podendo serem estimulantes de fermentação desejada, inibidores de fermentações secundárias, inibidores da deterioração aeróbia, aditivos nutrientes e absorventes (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991; KUNG JUNIOR *et al.*, 2003). Do mesmo modo, os aditivos têm por finalidade preservar o alimento, reduzindo as perdas de nutrientes e conseqüente benefício ao desempenho animal (KUNG JUNIOR, 2009).

São capazes de reduzir perdas do material ensilado, estimular a fermentação ideal e preservar a qualidade do alimento (PERAZZO *et al.*, 2017). Configuram-se como substâncias acrescidas no momento da ensilagem, tendo a fermentação láctica, como propósito final, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, a retenção de umidade do material e/ou melhorar o seu valor nutritivo (LALA *et al.*, 2010; YITBAREK; TAMIR, 2014).

O uso de subprodutos agroindustriais como aditivos, representa uma alternativa relevante para diminuição dos custos de produção, já que a alimentação representa a maior

parcela destes custos, e podem apresentar características nutricionais favoráveis à alimentação animal, além de ter um destino socioeconômico e ambiental para milhares de toneladas desses resíduos (IMAIZUMI, 2005).

Os resíduos agroindustriais caracterizam-se progressivamente como alimento alternativo acessível na dieta de ruminantes, pois a oferta é abundante e de baixo custo (BOTURA, 2011). É importante ressaltar que o aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal, é mediante a disponibilidade na região, oferecendo maior variedade de alimentos e mais flexibilidade para balancear a dieta, complementando ou substituindo os ingredientes comumente utilizados (BARLETTA *et al.*, 2012).

Quando a disponibilidade natural de forragens nas pastagens é baixa, as reservas de forragens conservadas forem insuficientes e que não venham a atender as exigências dos animais ou ainda quando a disponibilidade, o valor nutritivo e o custo do resíduo permitirem sua inclusão na formulação de rações concentradas, que venham substituir os alimentos nobres utilizados, os resíduos da agroindústria podem assumir papel fundamental na alimentação (CAETANO; CAETANO JUNIOR, 2014).

Alimentos alternativos (coprodutos ou subprodutos), provenientes da agroindústria, lavoura de grãos, fruticultura e de indústrias de biocombustíveis, são amplamente empregados na alimentação de ruminantes devido a diversas vantagens (valor nutritivo e digestibilidade dos alimentos), tal como o desempenho (consumo, ganho de peso e conversão alimentar), parâmetros ruminais e sanguíneos dos animais, a produção e qualidade da carne ou do leite, e a viabilidade econômica deste uso (OLIVEIRA, CÂNDIDO e LEÃO, 2012).

Há uma grande quantidade de resíduos das indústrias, passíveis de utilização na alimentação animal. Contudo, devido a esta ampla variação, estes podem vir a ser também muito heterogêneos a respeito da qualidade nutricional. Portanto, faz-se necessário a realização de estudos para avaliação de resíduos agroindustriais que possam ser utilizados como ingredientes alternativos na nutrição de ruminantes (SOUZA *et al.*, 2014).

Devido ao grande volume de produção da indústria cervejeira, são gerados muitos resíduos e subprodutos com proporções equivalentes. Estes resíduos e subprodutos estão sendo direcionados cada vez mais para a reutilização como produtos agroindustriais, de modo que se obtenha melhoria do ponto de vista econômico e ambiental (FILLAUDEAU; BLANPAIN-AVET; DAUFIN; 2006; MUSSATTO, 2009).

Dentre as diversas variedades de aditivos, os inoculantes microbianos contribuem para a redução da proteólise enzimática, advinda da rápida queda do pH dentro do silo, o que

favorece a produção de grandes quantidades de ácido lático, e representam, por isso, a possibilidade de maior recuperação de matéria seca (HENDERSON, 1993; SILVA *et al.*, 2005). A adição de inoculantes visa incrementar a população epifítica, para acelerar a queda do pH e manter a quantidade de nutrientes na forragem (BAYATKOUHSAR, TAHMASBI e NASERIAN, 2012).

Os inoculantes microbianos podem ser classificados como bactérias lácticas homofermentativas, heterofermentativas ou a associação de ambas. Sua principal função é melhorar a fermentação da massa ensilada e/ou estabilidade aeróbia das silagens, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis, com consequente diminuição das perdas dos nutrientes da silagem, refletindo no desempenho animal (CARVALHO *et al.*, 2014).

O tipo padrão de inoculante de silagem que é comercializado contém usualmente uma ou mais espécies de bactérias homoláticas, sendo *L. plantarium* e *L. bunchneri* as espécies mais usuais (MUCK, 2010).

3.7 Resíduo úmido de cervejaria

O resíduo úmido de cervejaria (RUC) é obtido através do processo industrial de fabricação da cerveja, durante a etapa inicial do preparo do mosto cervejeiro, que resulta no bagaço de malte na etapa de filtração e ao final do processo de fermentação, que produz um rejeito sólido formado pela matéria prima usada na fermentação e leveduras (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

O RUC vem sendo utilizado na alimentação de ruminantes, pois caracteriza-se como alimento de alto teor proteico e promove a diminuição dos custos com a alimentação. Apresenta destaque, pois é produzido em grande volume e não demonstra problemas com a sazonalidade, assim o produto pode ser adquirido em qualquer época do ano com baixo custo (BROCHIER, 2007).

Para cada 100 litros de cerveja, são produzidos 20 Kg de resíduo úmido de cervejaria. A disponibilidade deste resíduo no Brasil excede 2,8 milhões de toneladas por ano, já que são produzidos cerca de 14 bilhões de litros de cerveja anualmente (CERVBRASIL, 2016).

Este resíduo se sobressai no Brasil e no exterior, devido ao valor nutricional a ele agregado e baixo custo de produção, por ser um subproduto descartado, uma vez que não demonstra problemas com sazonalidade e por tornar-se viável a sua utilização na

alimentação animal (CABRAL FILHO, BUENO e ABDALLA, 2007; BROCHIER; CARVALHO, 2009; STEFANELLO *et al.*, 2014). Geralmente é eliminado diretamente ao solo ou aterro sanitário, o que não é suficiente para drenar a grande quantidade produzida por ano, e por isso pode ser também incorporado na alimentação de animais (MUSSATTO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010).

Silva *et al.* (2014) determinaram o valor nutricional de dezessete resíduos agroindustriais com potencial para alimentação de animais ruminantes, o resultado da análise de agrupamento destes resíduos possibilitou a formação de seis grupos, onde no grupo G1 encontra-se (resíduo de cervejaria, torta de girassol, torta de licuri e torta de mamona). Para os resíduos de cervejaria e das frutas apresentaram teores de umidade em torno de 80%, o que poderá dificultar o armazenamento. O grupo G1 com teor médio de PB (30, 59%) apresentou nível acima de 20% de PB, também podendo ser utilizado como alimento proteico. Alguns alimentos apresentam alto teor proteico de PB, tornando-os uma alternativa viável para a alimentação animal, porém muitas vezes esses alimentos apresentam restrição ao uso.

De acordo com Mendonça e Oliveira (2012), o RUC pode ser considerado como um concentrado proteico (23 a 30% de proteína bruta), insolúvel e de baixa degradabilidade, caracterizando-se como fonte de proteína.

Para Lima (1993), a utilização de até 15% de RUC na alimentação de bovinos não altera o consumo de matéria seca (MS) e a condição de fermentação ruminal, porém, a utilização na forma *in natura* é dificultada pela sua conservação nas propriedades. Devido suas características, o alto teor de umidade deste resíduo contribui para a diminuição dos teores de MS.

A ensilagem desse subproduto surge como método de conservação de suas propriedades nutricionais e promover a fermentação do alimento pelas bactérias anaeróbicas e produzem ácidos graxos voláteis que promovem a queda do pH (GERON *et al.*, 2008).

3.8 Levedura autolisada

As Leveduras são definidas como fungos unicelulares, pertencentes às famílias *Ascomycota* e *Basidiomycota*, possuindo algumas similaridades com animais e vegetais superiores (OSUMI, 1998).

São encontradas abundantemente na natureza, podendo estar presente em folhas, flores, frutos, grãos de cereais e outros substratos contendo açúcares (KURTZMAN; FELL, 1998).

São conhecidas pela sua capacidade fermentativa, sendo utilizadas na panificação, produção de álcool e bebidas fermentadas (ICIDCA, 1988). A capacidade de fermentação etílica ocorre devido a presença da enzima piruvato descarboxilase nas leveduras. O gás carbônico resultante do processo contribui para carbonatação de bebidas alcoólicas e, na panificação, contribui para o aumento do volume da massa (NELSON; COX, 2000).

Ainda, as leveduras e seus derivados possuem propriedades funcionais de interesse industrial, dentre elas a capacidade de geleificação, capacidade de retenção de água e óleo, emulsificação etc. (ALVIM, 2001). As leveduras do gênero *Saccharomyces* são as que apresentam maior valor industrial e comercial (VILELA, SGARBIERI e ALVIM, 2000).

De modo geral, a cerveja é considerada uma bebida obtida através da fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo segundo a Lei Federal nº 8.918/94 regulamentada pelo Decreto nº 6.871/09, Art. 36 (BRASIL, 2009). O arranjo dos ingredientes se ajusta durante o processo de fermentação, o que permite grande variedade dos tipos e sabores de cervejas (PARKER, 2012).

Durante a etapa da fermentação, a levedura é adicionada ao mosto e se reproduz rapidamente devido a quantidade de oxigênio disponível no meio. Após o consumo de todo o O₂ presente no ambiente, as células de levedura passam a consumir o açúcar em meio anaeróbico, transformando-o em etanol e CO₂ (SIQUEIRA, BOLINI e MACEDO, 2009).

Na via em que a fermentação ocorre de maneira aeróbica (via respiratória), é energeticamente mais eficiente, utilizada no início do processo de fermentação para promover o crescimento exponencial das leveduras. Já na via fermentativa, em meio anaeróbico, ocorre a transformação do mosto em cerveja (PINHO; FERREIRA e SANTOS; 2006; SIQUEIRA, BOLINI e MACEDO, 2009).

Após a fermentação principal, o mosto segue para a etapa de maturação. Este processo consiste em fermentação secundária que contribui para o aperfeiçoamento do odor, sabor e clarificação da cerveja. (PINHO; FERREIRA e SANTOS, 2006). Ao finalizar a etapa de maturação a cerveja passa por tratamentos como padronização da cor, carbonatação, clarificação, estabilização (FERREIRA *et al.*, 2010).

A levedura residual de cervejarias, ou lodo de levedura, é o segundo subproduto mais abundante no processo de produção da cerveja em termos de volume, sendo descartados

de 1,5 a 3,0 Kg deste material para cada hectolitro de cerveja (FILLAUDEAU, BLANPAIN-AVET e DAUFIN, 2006). Este subproduto é obtido após a etapa de fermentação, sendo constituído principalmente por leveduras ativas em excesso após a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico, além de outros compostos que garantem ao produto o seu sabor e aroma característicos.

A partir da fermentação supracitada, as leveduras termicamente inativas ou não, podem ser utilizadas diretamente ou processadas para obter vários derivados, como o autolisado e o extrato de levedura (VALADARES, 2012).

As leveduras empregadas na fabricação da cerveja devem ser renovadas após certa quantidade de reuso, portanto, sendo substituídas por outro lote de leveduras mais novas. Em razão de serem ricas em proteínas (48 a 52%), RNA (7,5%), minerais (8,3%), carboidratos (32,9%) e lipídeos (3,4%) (CABALLERO-CÓRDOBA, PACHECO e SGARBIERI, 1997), as leveduras descartadas podem ser reutilizadas em indústrias de outros setores como o de alimentos (NUNES *et al.*, 2010).

As leveduras podem ser utilizadas na nutrição animal na ativa ou inativa. Onde as cepas ativas compreendem células vivas que foram desidratadas para paralisar o metabolismo, mas que retornam à atividade fermentativa após a reidratação. A ativa, o provimento de leveduras vivas favorece a saúde do trato gastrointestinal dos animais. Por não ser hospedeiro natural do trato gastrointestinal, as células das leveduras não aderem ao epitélio intestinal, multiplicando-se pouco e transitando juntamente com o bolo alimentar, atuando como probióticos, vindo a diminuir a pressão exercida pelos microrganismos patogênicos (COSTA, 2004).

Já na inativa podem ser utilizadas como células íntegras ou na forma de derivados. A levedura íntegra e alguns derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos, estão sendo suplementados em dietas. (BUTOLO, 2002). Na levedura autolisada há apenas a hidrólise da célula, sem a remoção da parede celular, portanto continua a conter componentes solúveis e insolúveis da mesma (AMORIM e LOPES, 2009; XU *et al.*, 2013).

A hidrólise total ou parcial de compostos intracelulares ocasionado pela ação de enzimas da própria célula de levedura *S. cerevisiae*, é conhecido como autólise. Trata-se de um fenômeno irreversível, que resulta na morte celular (BABAYAN *et al.*, 1981; BABAYAN; BEZRUKOV, 1985).

A autólise celular pode ser induzida ou ocorrer de forma natural. Na forma induzida geralmente ocorre em processos químicos, físicos e ou enzimáticos induzidos, os quais

favorecem a autólise celular. Já na forma natural ocorre de forma lenta, quando as células sofrem algum tipo de estresse, as membranas perdem sua capacidade de retenção e com isso, o material intracelular se torna solúvel e extravasa pela parede celular, resultando em morte celular (TODD, FLEET e HENSCHKE, 2000).

Na alimentação animal, a levedura residual pode ser empregada na alimentação de ruminantes, ovinos, suínos, aves, cães, e peixes devido ao seu alto valor nutricional e como fontes de aminoácidos essenciais (FERREIRA *et al.*, 2010; LAMOOLPHAK *et al.*, 2006).

Tabela 1. Valores nutricionais (%) das principais formas de levedura utilizadas na nutrição animal

Componentes (%)	Produtos			
	Células íntegras	Autolisado	Extrato	Parece celular
Proteínas	46,55	43,94	56,42	32,70
Nucleotídeos	5,70	7,90	6,90	1,83
Lipídeos totais	3,15	3,34	0,41	4,54
Cinzas	8,55	8,83	12,50	4,43
Fibra total	24,40	25,03	2,70	55,04
Fibra solúvel	23,58	26,17	2,95	31,59
Fibra insolúvel	1,99	0,29	0	23,45

FONTE: Adaptado de Vilela, Sgarbieri e Alvim (2000)

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, no Km 922 da BR 174, na cidade de Manaus – Amazonas, localizada sob as coordenadas geográficas: 2°38'20''S 2°39'10''S 60°40'W 60°30'W. O clima é caracterizado como quente e úmido limitado a duas estações: inverno (chuvas), entre o período de dezembro a junho, e verão (estiagem) no restante do período.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico e apresenta as seguintes características químicas: pH- Acidez ativa (CaCl_2) 3,8; H^+Al^- Acidez potencial (SMP) $4,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P- Fósforo (Mehlich) 1 mg dm^{-3} ; K - Potássio (Mehlich) 6 mg dm^{-3} ; Ca - Cálcio (KCl) $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg - Magnésio (KCl) $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; t - Cap. de troca de cátions efetiva $1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; T- Cap. de troca de cátions a pH 7, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ 5; SB - Soma de bases $0,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V - Saturação por bases 6,3 (%); m - saturação por alumínio 76 (%).

A variedade de sorgo escolhida para a ensilagem, foi o sorgo SUPER GIANT, caracterizado como sorgo forrageiro. Em relação à adubação, foi utilizada a recomendada pelo fabricante para a cultura, sendo: 300 Kg ha^{-1} do formulado NPK 10-15-15 na semeadura e 200 Kg ha^{-1} em cobertura do formulado NPK 10-20-20 aos 35 (dias após a semeadura), sendo que esta foi realizada de forma manual.

O corte foi realizado manualmente com o auxílio de facão aos 90 dias após a semeadura a 0,20 cm do solo, sendo eliminadas as bordaduras da área experimental. Em seguida, as plantas foram trituradas com auxílio da colhedora de forragem (ensiladeira) tratorizada marca JF, modelo 120C com tamanho de partícula regulada em 1,5 cm.

O material triturado foi homogeneizado manualmente de acordo com os tratamentos e armazenados em silos experimentais de PVC, com dimensões de 10 cm de diâmetro x 50 cm de altura, cuja capacidade média era próxima de $\pm 4 \text{ Kg}$ de material. A compactação deu-se com o auxílio de bastões de madeira.

4.2 Delineamento experimental

Foram definidos para este estudo a utilização de dois resíduos agroindustriais como aditivos incorporados à ensilagem. Portanto, realizou-se dois experimentos, empregando-se

a adição de níveis crescentes de RUC e levedura autolisada (LA) à ensilagem de sorgo. Ambos os experimentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e três repetições, totalizando-se para cada experimento (I e II) quinze unidades experimentais, um total de 30 silos.

Para o experimento com adição de níveis crescentes de RUC na ensilagem de sorgo, foram utilizados quatro níveis de inclusão do aditivo, mais o tratamento controle, assim sendo: T1 (forragem de sorgo) controle; T2 (forragem de sorgo + 25% de RUC); T3 (forragem de sorgo + 35% de RUC); T4 (forragem de sorgo + 45% de RUC) e T5 (forragem de sorgo + 55% de RUC). O RUC foi incorporado a planta de sorgo a ser ensilada manualmente e misturado com o auxílio de um tambor de plástico para viabilizar melhor a homogeneidade do material (Figura 1).



Figura 1 (A): Incorporação do resíduo úmido de cervejaria (RUC) a forragem de sorgo recém cortado. (B): Aplicação da levedura autolisada com o auxílio de pulverizador costal. (C): Silos experimentais. Arquivo pessoal, 2020

Para o experimento com adição de LA, foram propostas quatro diluições, mais tratamento controle, sendo assim: T1 (forragem de sorgo) controle; T2 (forragem de sorgo + 2,5% de LA); T3 (forragem de sorgo + 5% de LA); T4 (forragem de sorgo + 7,5% de LA) e T5 (forragem de sorgo + 10% de LA). No caso do aditivo LA de natureza líquida, foi estipulado que: 2,5% correspondem a 100 mL; 5% a 200 mL; 7,5% a 300 mL e 10% a 600 mL de LA, sendo aplicado diretamente sob o material a ser ensilado com o auxílio de um

pulverizador costal (Figura 1). Os aditivos utilizados foram fornecidos pela cervejaria Ambev da Amazônia.

Após o enchimento, os silos foram devidamente vedados com lona de plástico, presas nas laterais com dupla camada de fita adesiva, formando-se uma superfície abaulada. A parte inferior dos silos, foram fechadas com tampas de madeira, confeccionadas com furos de circunferência regular para possibilitar a saída de efluentes. Os silos experimentais permaneceram em temperatura ambiente, em local protegidos das variações externas, sob a proteção da luz solar e da chuva.

4.3 Análise centesimal

Os silos foram pesados a fim de mensurar as perdas de MS total, levando-se em consideração a diferença entre o peso no momento da ensilagem e o peso no momento da abertura dos silos, conforme equação descrita por Schmidt (2006): $PMS = [(MSi - MSf)] / MSi \times 100$, onde: PMS = perda total de MS; MSi = quantidade de MS inicial; e MSf = Quantidade de MS final.

Após o período de 30 dias da ensilagem, os silos foram abertos descartando-se uma camada com cerca de 5 cm da porção superior do silo/painel.

O material central foi amostrado e acondicionado em sacos plásticos identificados, levados ao Laboratório de Forragicultura e Pastagens – LAFOPAST/FCA/UFAM e ao Laboratório de Princípios Bioativos de Origem Microbiana – LPBOM/FCA/UFAM, e submetidos à análise centesimal e microbiológica.

As amostras foram pré-secadas em estufa com circulação forçada de ar a ± 55 °C por 72 horas, caracterizando análise de pré-matéria seca de acordo com a metodologia descrita por (DETMAN *et al.*, 2012).

Posteriormente, iniciaram-se as análises laboratoriais para a determinação as seguintes concentrações: potencial hidrogeniônico (pH), que se determinou através da metodologia descrita por Ashbell e Lisker (1988), homogeneizando-se 10 g de matéria fresca à 100 mL de água destilada, enquanto a medição feita com potenciômetro digital.

Para análise de matéria seca (MS), as amostras foram secas em estufa de ventilação de ar forçada sob temperatura de 55 °C por 72 horas. Após esse período, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneiras de 1 mm de crivo e acondicionados em recipientes plásticos devidamente identificados (SILVA e QUEIROZ, 2002).

Seguidamente, as análises de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), segundo a metodologia descrita por (SILVA e QUEIROZ, 2002). Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e hemicelulose (HEM), segundo Van Soest (1967). Os carboidratos totais (CT) foram estimados pelas equações: $CT = 100 - (PB+EE+MM)$ e carboidratos não fibrosos (CNF) pela fórmula: $CNF = CT - FDN$ (SNIFFEN *et al.*,1992).

Nas tabelas 2 e 3 encontram-se informações sobre a mistura de sorgo recém cortado com RUC e LA incorporados a ela antes da ensilagem, de acordo com os respectivos tratamentos em cada experimento.

Tabela 2. Composição centesimal da forragem de sorgo no momento do corte e respectivos tratamentos com a inclusão de RUC

Variáveis	Níveis de RUC (%)				
	0	25	35	45	55
MS	30,2	30,59	33,37	32,55	26,74
MM	2,99	2,96	3,38	3,71	4,04
PB	7,27	9,36	9,91	13,69	16,69
FDA	45,13	41,94	41,11	39,75	37,96
FDN	63,42	62,97	66,35	69,54	69,23
HEM	18,29	21,03	25,24	29,79	31,27
NDT	53,74	56,23	56,88	57,94	59,33
CT	88,69	85,43	83,34	78,55	73,73
EE	1,04	2,24	3,37	4,05	5,54
CNF	25,27	22,46	16,99	9,02	4,50

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; HEM = hemicelulose; NDT = nutrientes digestíveis totais; CT = carboidratos totais; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos

Tabela 3. Composição centesimal da forragem de sorgo no momento do corte e respectivos tratamentos com a inclusão LA

Variáveis	Níveis de LA (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
MS	29,9	28,0	29,6	29,2	26,5
MM	3,0	3,0	3,2	3,2	3,1
PB	7,3	7,5	7,8	8,7	8,5
FDA	41,5	40,8	44,8	41,5	14,8
FDN	64,0	60,4	66,8	60,8	37,5
HEM	22,5	19,7	22,0	19,3	22,6
NDT	56,6	57,2	54,0	56,6	77,3
CT	88,4	88,3	87,6	86,7	86,9
EE	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4
CNF	24,5	27,9	20,9	25,9	49,5

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; HEM = hemicelulose; NDT = nutrientes digestíveis totais; CT = carboidratos totais; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos

4.5 Análise microbiológica

Após a abertura dos silos, foram retiradas 25 g de cada repetição, sendo acondicionadas em sacos descartáveis esterilizados e transportadas ao Laboratório de Princípios Bioativos de Origem Microbiana – LPBOM/FCA/UFAM, a avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de Mlejnkova, Horky e Kominkova (2016).

Foram utilizadas as técnicas de diluição seriada e semeadura em superfície (*Spread plate*). Uma vez coletadas, cada amostra de 25 g foi homogeneizada em 225 mL de solução salina 0,9% durante 15 minutos, sendo esta considerada a diluição 10^{-1} . Após a homogeneização, ocorreram diluições seriadas até 10^{-5} , onde a partir da diluição 10^{-1} , foram transferidas alíquotas de 100 μ L para placas de Petri em triplicatas contendo 20 mL dos meios de cultura específicos para cada grupo de microrganismos para contagem das unidades formadoras de colônias (UFC), seguindo as instruções de preparo e esterilização de cada fabricante.

As populações foram determinadas utilizando o meio Ágar PCA (Kasvi) previamente fundido, para o isolamento de mesófilos aeróbios. Após a inoculação das diluições, as placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica a 35 °C por 48 horas. O meio Ágar MRS (Difco) previamente fundido, para o isolamento e contagem de bactérias ácido lácticas, após a inoculação das diluições as placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica a 35 °C por 48 horas. O meio Ágar BDA (Himedia) previamente fundido e acidificado com ácido tartárico 10%, para o isolamento e contagem de bolores e leveduras, as placas foram incubadas a 25 °C por 72 horas; 4) Ágar YGC para o isolamento e contagem de bolores e leveduras. E o meio Ágar VRBLA (Kasvi) previamente fundido, para o isolamento e contagem de coliformes totais, as placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica a 35 °C por 24 horas.

Após a incubação, foram selecionadas para contagem as placas que continham entre 30 e 300 UFC's para mesófilos aeróbios e bactérias ácido lácticas e entre 15 e 150 UFC's para bolores, leveduras e coliformes totais. As UFC's foram contadas e expressas em UFC/g de silagem.

4.6 Análise estatística

Os resultados foram previamente submetidos à teste de detecção para retirada de *outliers*, testes de normalidade (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade de variâncias (LEVENE, 1960). Atendendo aos pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância e constando F significativo ($P < 0,05$), as médias das variáveis dependentes (composição centesimal) foram submetidas análise de regressão em função dos níveis de inclusão de RUC e LA. Do mesmo modo, os valores de contagem de UFC de microrganismos foram transformados em log base 10 para normatização e realizada análise de regressão. O *software* utilizado na realização dos testes estatísticos foi o programa estatístico *R Statistics*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 4 e 5 são apresentados valores médios das variáveis significativas referente a análise centesimal e as equações de regressão dos efeitos dos níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria (RUC) e levedura autolisada (LA) adicionados à forragem de sorgo, respectivamente, após 30 dias de ensilagem.

Tabela 4. Médias, equações de regressão, coeficientes de variação (CV) e determinação (R^2), obtidos para os tratamentos com inclusão de resíduo úmido de cervejaria (RUC)

Variáveis (%)	Níveis de inclusão de RUC (%)					Equação	R^2	CV (%)
	0	25	35	45	55			
PERDAS	2,53	3,53	2,70	3,76	3,72	-	-	33,84
pH	3,40	3,25	3,20	3,12	3,06	$Y = 3,5320 - 0,1490x + 0,0112x^2$	0,99	0,79
MS	31,10	28,65	26,28	25,93	25,41	$Y = 34,7140 - 4,0415x + 0,4438x^2$	0,96	0,46
MM	3,54	3,54	3,63	4,04	4,02	-	-	6,84
PB	6,75	9,38	13,28	16,27	17,54	$Y = 2,2853 + 4,4051x - 0,2595x^2$	0,99	9,52
FDA	36,32	33,71	32,81	31,70	32,30	-	-	5,68
FDN	60,30	62,27	63,49	66,96	66,55	$Y = 57,5693 + 2,7266x - 0,1648x^2$	0,94	3,03
HEM	23,99	28,67	30,68	35,26	34,35	$Y = 18,0940 + 6,3853x - 0,6074x^2$	0,96	3,61
NDT	60,61	62,64	63,34	64,20	63,74	-	-	2,35
CT	87,34	84,18	79,43	74,46	73,65	$Y = 93,18 - 5,6304x + 0,3202x^2$	0,98	1,99
EE	2,36	2,90	3,65	5,22	4,78	$Y = 1,0633 + 1,2068x - 0,08199x^2$	0,89	24,37
CNF	27,03	21,90	15,94	7,49	7,0	$Y = 35,6040 - 8,3546x + 0,4848x^2$	0,97	13,2

Perdas; pH; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; HEM = hemicelulose; NDT = nutrientes digestíveis totais; CT = carboidratos totais; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos

Verifica-se que, para a silagem com RUC, as frações de pH, MS, PB, FDN, EE, CT, HEM e CNF foram influenciados pela adição deste resíduo, logo, ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático positivo, ou seja, conforme o aumento dos níveis de RUC, os teores de PB, FDN, HEM e EE foram aumentados. Agora para pH, MS, CT e CNF, de forma quadrática negativa, com valores declinando à medida que o resíduo foi incorporado a silagem. Todavia, os teores de PERDAS, MM, FDA e NDT não se ajustaram a nenhum modelo de regressão.

Tabela 5. Médias, equações de regressão, coeficientes de variação (CV) e determinação (R²), obtidos para os tratamentos com a inclusão de levedura autolisada (LA)

Variáveis (%)	Níveis de inclusão de LA (%)					Equação	R ²	CV (%)
	0	2,5	5	7,5	10			
PERDAS	2,55	3,84	3,18	3,41	3,73	-	-	21,88
pH	3,40	2,69	2,70	2,62	2,65	$Y = 3,9813 - 0,7523x + 0,0990 x^2$	0,88	1,04
MS	28,32	25,93	25,76	24,71	24,68	$Y = 3,9813 - 0,7523x + 0,0990 x^2$	0,94	2,5
MM	3,40	3,92	3,95	4,11	3,62	-	-	8,87
PB	6,25	8,2	9,63	9,38	10	$Y = 3,9173 + 2,7293x - 0,3100 x^2$	0,96	12,4
FDA	49,22	47,71	52,02	46,77	47,68	-	-	5,25
FDN	65,96	62,25	69,17	62,16	64,67	-	-	6,63
HEM	16,73	14,54	17,14	15,39	17,00	-	-	24,00
NDT	50,55	51,74	48,37	52,47	51,76	-	-	3,9
CT	88,91	86,1	84,94	85,35	84,82	-	-	1,73
EE	1,44	1,78	1,47	1,16	1,54	-	-	34,36
CNF	22,95	23,85	15,77	23,19	20,15	-	-	21,51

Perdas; pH; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; HEM = hemicelulose; NDT = nutrientes digestíveis totais; CT = carboidratos totais; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos

Para a inclusão de LA à silagem, nota-se que os teores de pH e MS foram influenciados pela incorporação do aditivo, ajustando-se ao modelo de regressão quadrática negativa, logo, à medida em que foi incluído, os teores reduziram. Já para PB, houve ajuste ao modelo quadrático positivo, com valores elevando-se conforme o resíduo foi adicionado (Tabela 5). Contudo, os teores de PERDAS, MM, FDA, FDN, HEM, NDT, CT, EE e CNF não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, não demonstraram efeito ($p < 0,05$) entre os tratamentos, independentemente do nível de LA adicionado.

Percebe-se que, com o aumento do nível de inclusão de RUC, houve diminuição das perdas do material ensilado para os níveis 0 e 35% (Tabela 4), os demais permaneceram com valores médios (3,53, 3,76 e 3,72%, respectivamente). Para os tratamentos com adição de LA, o resíduo não conferiu à silagem PERDAS consideradas expressivas, evidenciando valor médio 3,34% (Tabela 5). Levando em consideração que ambos os resíduos utilizados contêm alto teor de umidade, constata-se que a inclusão deles não promoveu perdas ($p < 0,05$) aos teores obtidos para os dois experimentos. Sabe-se que parte das perdas de MS podem ser associadas a perdas por efluentes, uma vez que a quantidade de efluente está diretamente relacionada ao teor de umidade do alimento utilizado.

Perdas consideradas aceitáveis podem variar em intervalos entre 1 e 20%, visto que, em casos de fermentações indesejáveis maiores que 20% ocorrem perdas significativas devido a produção de calor no interior do silo, CO₂ e produção de ácidos como butírico e o etanol (MACÊDO *et al.*, 2016).

Em silagens, as maiores perdas de MS são promovidas pela atuação de microrganismos deletérios, além das altas temperaturas durante o armazenamento, dos baixos teores de MS e alta capacidade tampão do material a ser ensilado (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991). Segundo Jones e Jones (1995) outros fatores devem ser considerados na avaliação das perdas de MS, podendo-se destacar características como tipo e dimensionamento do silo, determinação da massa específica e homogeneidade de aplicação dos aditivos. Contudo, os valores médios encontrados neste estudo, estão abaixo dos valores médios encontrados na literatura, portanto podem ser considerados satisfatórios.

Podemos evidenciar que os valores médios de pH encontrados nos tratamentos das silagens avaliadas, comportaram-se de maneira quadrática em ambos os experimentos. O pH diferiu entre os tratamentos devido a utilização de diferentes proporções de RUC e LA, apresentando decaimento em seus valores de acordo com a maior inclusão dos resíduos.

A adição dos resíduos não favoreceu para que os teores de pH permanecessem dentro dos parâmetros recomendados conforme a literatura sugere. Contudo, há indicação que houve um rápido crescimento de bactérias ácido-láticas (BAL), devido a valores mínimos de pH.

Teores de pH baixos, são esperados para as silagens com a inclusão de níveis mais elevados de resíduo, uma vez que servem como fontes de substratos fermentativos para as BAL, convertendo-os em ácido. Entretanto, os maiores valores de pH observados foram para os tratamentos sem a inclusão de RUC e LA (3,40) (Tabelas 4 e 5), a partir da adição de 25% para RUC e 2,5% para LA, foi observado valor médio de 3,15 e 2,65, respectivamente. Em geral, os valores observados são considerados baixos.

A acidez é considerada um aspecto significativo na conservação da silagem, pois atua inibindo o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, tais como as bactérias do gênero *Clostridium*, sensíveis a pH menor que 4,2 (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991). Silagens bem preservadas devem apresentar um pH na faixa de 3,8 a 4,2, em contrapartida, as de baixa qualidade se situam entre 5,0 e 7,0. (VAN SOEST, 1994).

Pinedo *et al.* (2019), que utilizaram níveis crescentes de torta de cupuaçu na silagem de sorgo (0, 25, 50 e 75%), obtiveram pH de 3,72, 3,78, 4,07 e 4,12, respectivamente, valores que podem ser considerados análogos aos observados neste estudo. Para Veriato *et al.*

(2018), teores médios de pH maiores que 4,5 em silagens de sorgo, viabilizam o desenvolvimento de microrganismos, dentre eles alguns patógenos, bolores e leveduras, todavia, com valores de pH abaixo desse valor ($\text{pH} < 4,0$), limita-se o crescimento destes microrganismos.

De acordo com Santos et al. (2018), o excedente de carboidratos solúveis contidos no sorgo, podem converter-se em fermentação alcoólica, propiciando uma faixa de pH que possibilite o desenvolvimento de leveduras, desencadeando aumento das perdas fermentativas e a uma baixa estabilidade aeróbia após abertura do silo. Porém, a faixa de pH observada neste trabalho, sugere que houve inibição dos principais microrganismos deteriorantes da silagem, como os mofos e leveduras (PAHLOW *et al.*, 2003).

Em relação à fração de MS, nota-se que o efeito da inclusão dos resíduos, conferiu aos tratamentos com maiores quantidades de RUC e LA, decréscimo aos teores médios. Os melhores teores obtidos, aqueles próximos aos considerados apropriados para o processo fermentativo de silagens (30 a 35% de MS) (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991), são observados nos níveis 0 e 25% de RUC, com 31,10 e 28,65% (Tabela 4) e para LA em nível de 0% com 28,32% (Tabela 5).

De modo geral para os resíduos utilizados, os níveis de inclusão de 0 e 25% de RUC e 0 e 2,5% de LA, demonstram-se satisfatórios e dentro dos níveis considerados adequados pela literatura (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991). Visto que, o teor ideal de MS do sorgo para ensilagem no momento do corte pode variar de 28 a 38% (PIRES *et al.*, 2013).

Segundo Veriato *et al.* (2018) a faixa ideal varia de 30 a 35% para evitar perdas pela formação de efluentes, produção de gases, água e calor, bem como para promover fermentação láctica adequada e manter o valor nutritivo da silagem, onde silagens feitas de forragens com mais de 40% de MS, podem apresentar dificuldade de compactação e, conseqüentemente, menor qualidade da silagem, devido à maior presença de O_2 .

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2010), onde a adição de cinco níveis de substituição do concentrado (54% de fubá de milho, 31% de farelo de soja, 14% de farelo de trigo e 1% de mistura mineral) por silagem de RUC (0, 25, 50, 75 e 100%) observou-se valores médios de MS que declinaram de 83,2 a 56,8%, expressando redução, assim como observado nesta pesquisa.

Todavia, Castro *et al.* (2015) observaram comportamento linear positivo dos níveis de MS (24,4 a 39,4%) das silagens de cana-de-açúcar à medida que foi adicionado o resíduo de cervejaria desidratado (0, 10, 20 e 30%), neste caso o resíduo passou pelo processo de

desidratação, sofrendo perda de umidade. Partindo deste pressuposto, sugere-se que o teor de umidade pode influenciar nos teores de MS. Logo, os níveis de inclusão 35, 45 e 55% (26,28, 25,93 e 25,40% MS, tabela 4) de RUC influenciaram de forma negativa os teores de MS avaliados neste estudo devido ao teor de umidade.

A redução dos teores de MS nas dietas com altas quantidades de RUC é um dos fatores limitantes para utilização do resíduo na formulação das dietas (SILVA *et al.*, 2010). O RUC é considerado um alimento com alto teor de umidade, podendo variar de 70 a 80%, o que pode influenciar negativamente durante o manejo (transporte e armazenamento) (CLARK, MURPHY e CROCKER, 1987; LIMA, 1993; PHIPPS, SUTTON e JONES, 1995).

Normalmente, o baixo teor de MS resulta em maiores perdas por efluentes, influenciando diretamente na qualidade da silagem produzida. De acordo com Loures *et al.* (2002), estas perdas foram maiores em silagens mais úmidas, ou seja, menor teor de MS. Além disso, a LA por ser um resíduo líquido, poderia ampliar os danos e a qualidade da silagem. Sabe-se que excesso de umidade, ocasiona a predominância de fermentação butírica e produção de efluentes. O teor de umidade também afeta a concentração de outros componentes da forragem, como os açúcares, que são essenciais ao desenvolvimento das bactérias lácticas (BALSALOBRE, NUSSIO e MARTHA JUNIOR, 2001).

Entretanto, os teores de perdas observados na tabela 5, com a utilização de LA (média 3,34%), podem ser considerados mínimos segundo Macêdo *et al.* (2016). Logo, os teores de MS obtidos não podem ser associados as perdas por efluentes. Observa-se que no tratamento com 0% de inclusão de LA, o teor de MS encontra-se próximo do considerado ideal, conforme aumenta-se a inclusão do aditivo ao longo dos tratamentos, o teor de MS reduz, sugerindo que a utilização dessas quantidades de LA não favoreceu o incremento de MS.

Embora os teores de MM não tenham demonstrado diferença ($p < 0,05$) e não tenham se ajustado a nenhum modelo de regressão para ambos os resíduos adicionados à silagem de sorgo, os valores encontrados estão de acordo com o verificado por Neumann *et al.* (2001) que utilizaram híbridos de sorgo para a confecção de silagem e encontraram teores médios variando de 4,63 a 6,20%.

Para a fração proteica da silagem, houve aumento em relação ao material no momento da ensilagem (Tabela 1 e 2), os valores obtidos demonstram crescimento variando de 6,75 a 17,54% para o RUC e de 6,25 a 10% para LA, os quais podem ser conferidos aos próprios aditivos. No caso do RUC, por dispor em sua composição elevado teor de proteína

que promovem melhores circunstâncias para as bactérias realizarem fermentação adequada evitando perdas nutricionais e hidrólise das proteínas.

Os tratamentos com 0% de RUC e LA, evidenciam valor médio, mantendo-se abaixo do limite mínimo de 7% de PB, exigido pelos microrganismos do rúmen segundo Van Soest (1994). Já para McDonald, Henderson e Heron (1991), os valores encontrados nos tratamentos com 0 e 25% de RUC e de 0 a 10% de LA, estão abaixo dos 10% de PB preconizados para uma silagem de boa qualidade. Contudo, o teor de PB das silagens de sorgo acrescidos de RUC e de LA, respectivamente, aumentaram os teores médios de maneira quadrática positiva.

Frasson *et al.* (2016), que avaliaram o comportamento ingestivo de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de silagem de RUC (0, 33, 66 e 100%), como alimento volumoso em substituição a silagem de sorgo, encontraram valores médios em torno de 18,81% para PB.

Santin *et al.* (2020) avaliaram silagem de sorgo com níveis crescentes de farelo de soja (0, 5, 10 e 20%) e observaram 5,84, 7,94, 10,47 e 13,55% de PB, respectivamente. Esse aumento pode ser explicado pelo fato de o farelo de soja apresentar maior teor de proteína (ZIMMERMANN *et al.*, 2015). Desse modo, os níveis de inclusão de RUC determinaram maior aumento no teor de PB da silagem de sorgo, podem ser elucidados devido ao teor proteico elevado em sua composição, demonstrando que o uso desse aditivo favoreceu o aumento da PB na silagem.

Assim, corroborando com esta hipótese, os autores Silva *et al.* (2020), Frasson *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2010) obtiveram os seguintes teores médios de PB para o RUC, 39,52, 24,4 e 20,3%, respectivamente. Na alimentação de ruminantes, o RUC pode ser utilizado como concentrado-proteico (23 a 30% de PB), insolúvel e de baixa degradabilidade, constituindo-se como fonte de proteína, passando pela degradação ruminal e sendo absorvida diretamente no intestino (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2012).

Os teores de FDA diminuiram de maneira contínua à medida que a porcentagem de RUC aumentavam, onde o valor mais elevado observado é no tratamento com 0% de adição (36,32%). No entanto, o valor mais elevado de LA observados neste estudo foi com 5% de inclusão.

Ao comparar os valores médios encontrados por Santin *et al.* (2020), que avaliando silagens de sorgo submetidas à diferentes aditivos, obtiveram 33,97% de FDA com a inclusão de 20% de farelo de arroz. Assim como Nardes (2019), utilizando inoculantes comerciais como aditivos na silagem de sorgo, observaram 29,73 a 32,19%. Observa-se

coerência da literatura com os teores observados neste estudo, apesar dos aditivos pertencerem a naturezas distintas. Teores elevados de FDA são indesejáveis, uma vez que sugerem presença de lignina, componente que não é assimilado pelo animal prejudicando a digestibilidade da MS e conseqüentemente, a qualidade da silagem.

Os conteúdos de FDN, elevaram-se de forma quadrática conforme a inclusão de RUC, apresentando os maiores teores nos tratamentos 45 e 55%. No entanto, segundo Contreras-Govea *et al.* (2010), essa é uma característica comum para a cultura do sorgo e isso tem influência direta na fração fibrosa.

Silva *et al.* (2010) utilizaram 70 e 100% de inclusão de RUC e obtiveram 64,2 e 69,3%, respectivamente. Assim como Castro *et al.* (2015), que observaram teores elevados de FDN, porém o maior conteúdo encontrou-se em 0% de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado (66,6%).

Para Frasson *et al.* (2016), estudando níveis de substituição de silagem de sorgo por silagem de RUC, encontraram 37,45% de FDN com 33% de inclusão, muito abaixo do retratado na tabela 4. Todavia, Moura *et al.* (2017), avaliando 12 híbridos de sorgo para silagem, obtiveram valores variando de 54,96 a 76,13%, do mesmo modo Moraes *et al.* (2013), também com híbridos de sorgo, observaram teores médios de 66,02%, similares aos encontrados neste estudo, demonstrando que os dados obtidos estão de acordo com a literatura.

Ainda na fração fibrosa, os teores de HEM observados atenuam-se no geral de maneira quadrática conforme incorporação do RUC à forragem de sorgo. Apresentaram incrementos médios de 3,76% nos tratamentos de 0 a 45%, o último tratamento, com o maior nível de inclusão (55%), obteve aumento de 0,91% apenas, demonstrando que a partir desta quantidade de resíduo os teores de HEM passam a diminuir. Entretanto, os valores encontrados diferem-se dos observados na literatura, devido aos teores elevados.

Segundo Muck e Kung Jr. (1997), normalmente a redução dos teores de hemicelulose das silagens deve-se à presença de hemicelulases na planta ensilada, porém, a efetividade destas enzimas varia significativamente conforme a fonte e os substratos relacionados. Muck (1996) enfatizou a necessidade de manutenção das silagens sob baixos valores de pH para que a hemicelulose possa ser quebrada pelas enzimas, sendo este efeito geralmente pequeno.

Entretanto, neste caso, a adição de RUC aumentou significativamente os teores de HEM. De acordo com a elevada concentração de fibra observada no RUC se dá pela remoção de amido e açúcares, pois após o processo de maltagem, permanecem principalmente a

parede celular dos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose. E, quando relacionadas ao valor de pH obtidos, variando de 3,06 a 3,40 (Tabela 4), são considerados baixos.

Para os valores médios de EE nota-se que, à medida em que foi incorporado o aditivo, ocorreu crescimento quadrático positivo. Porém, o aumento exponencial do conteúdo permaneceu até o nível 45%, a partir do tratamento com 55%, houve redução destes teores.

As médias de EE observadas neste experimento, são superiores às observadas por Silva *et al.* (2010) de 1,9 a 4,7%. E Oliveira *et al.* (2018) avaliaram a composição química da silagem de diferentes cultivares de sorgo e obtiveram teores médios variando de 2,08 a 3,28%.

O valor crítico de teor de gordura na dieta estabelecido na literatura é de no máximo 6% de EE na MS, valores acima disso atrapalham a degradação ruminal. Além disso, o excesso de gordura na dieta também pode reduzir a ingestão de MS e taxa de passagem dos nutrientes (PINEDO *et al.*, 2019). Logo, os valores observados neste estudo podem ser considerados aceitáveis até o nível de inclusão de 45% de RUC.

Embora os teores de NDT, com inclusão de RUC e LA, não tenham se ajustado a nenhum modelo de regressão, observa-se que os valores encontrados são semelhantes ao reportado por Cardozo (2016) que avaliaram a qualidade da silagem e a composição química de 25 genótipos de sorgo, observando teores de 60,37 a 69,89%. Os resultados evidenciados, certificam que os valores de NDT refletem uma silagem de boa qualidade, visto que em diversos trabalhos, para silagem de sorgo, estes teores mostraram-se em torno de 60%. Cabe salientar que o valor de NDT é obtido por meio de uma equação, a qual não apresenta 100% de exatidão.

Para os teores de CT, foi observado declínio proporcional a adição de RUC (Tabela 4). Sabe-se que a estimativa de CT é dependente dos teores de PB, MM e EE. Sendo assim, as diferenças observadas para o CT podem ser decorrentes do efeito dos nutrientes dos alimentos, com maiores teores de PB e EE observados no RUC. No entanto, a maior porção de CT encontra-se no nível onde não há inclusão de RUC. A redução dos teores médios conforme o aumento da adição de RUC, pode estar relacionada aos microrganismos fermentadores que atuam nos silos e consomem os carboidratos disponíveis.

De acordo com Van Soest (1994), os teores de CT devem estar entre 50 e 80%, logo, todas as silagens estão com teores acima dos recomendados.

Na concentração de CNF, constatou-se que conforme a adição do resíduo, os teores de CNF tiveram redução média em torno de 5%, exceto para o último tratamento, que teve redução de 0,49%. Alimentos com elevada fração de CNF são considerados boas fontes

energéticas para aumento no conteúdo dos microrganismos ruminais (CARVALHO *et al.*, 2008).

Com relação à microbiologia das silagens (Tabelas 6 e 7), com a adição de RUC e LA, foi possível observar que as populações de MEA, em ambos os experimentos, ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático. No tratamento com 55% de LA, verificaram-se quantidades elevadas, consideradas críticas.

Tabela 6. Contagens microbianas da silagem de sorgo com inclusão resíduo úmido de cervejaria (RUC) aberta aos 30 dias

Variáveis	Níveis de inclusão de RUC (%)					Equação	R ²	CV (%)
	0	25	35	45	55			
MEA	6,73	1,9	6,08	5,7	AC	$\hat{Y}=5,1172+0,8295x-0,4490x^2$	0,35	36,31
BAL	6,59	AC	4,48	4,34	1,9	-	-	82,43
LEV	6,58	5,66	1,8	AC	AC	$\hat{Y}=7,1321-2,9989x+0,2790x^2$	0,93	49,82
BOL	AC	AC	AC	3,86	1,9	-	-	182,14
CT	AC	AC	AC	AC	AC	-	-	-

AC = ausência de crescimento; MEA = mesófilos aeróbios, log UFC/g de silagem fresca; BAL= bactérias ácido lácticas, log UFC/g de silagem fresca; LEV = leveduras, log UFC/g de silagem fresca; BOL = bolores, log UFC/g de silagem fresca; CT = coliformes totais, log UFC/g de silagem fresca; R² = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação

As quantidades de BAL no experimento utilizando RUC, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, pois apresenta discordância nos valores médios entre tratamentos. Já para a adição de LA, as quantidades de BAL e LEV foram satisfatórias, observando-se efeito quadrático. As variáveis BOL e CT não sofreram alterações em função da aplicação dos aditivos nos experimentos.

Tabela 7. Contagem microbianas da silagem de sorgo com levedura autolisada (LA) aberta aos 30 dias

Variáveis	Níveis de inclusão de LA (%)					Equação	R ²	CV (%)
	0	2,5	5	7,5	10			
MEA	6,73	6,84	6,82	6,51	7,13	$\hat{Y}=6,8211-0,1680+0,0536x^2$	0,3	2,35
BAL	6,55	7,34	6,6	6,3	6,52	$\hat{Y}=6,7828+0,0868-0,0493x^2$	0,25	4,98
LEV	6,58	6,78	6,44	6,65	6,98	$\hat{Y}=6,6696-0,1682x+0,0588x^2$	0,55	2,05
BOL	AC	1,8	3,7	5,8	3,93	-	-	82,6 2
CT	AC	AC	AC	AC	AC	-	-	-

AC = ausência de crescimento; MEA = mesófilos aeróbios, log UFC/g de silagem fresca; BAL= bactérias ácido lácticas, log UFC/g de silagem fresca; LEV = leveduras, log UFC/g de silagem fresca; BOL = bolores, log UFC/g de

silagem fresca; CT = coliformes totais, log UFC/g de silagem fresca; R² = coeficiente de determinação; CV = coeficiente de variação

A maioria dos microrganismos que causam doenças transmitidas por alimentos são mesófilos, que se multiplicam na faixa de temperatura de 20 a 40 °C. Contagem acima de 6,0 log ufc/g tem indicação para alimentos nocivos em geral (FORSYTHE, 2002). Para Hangui *et al.* (2015), a contagem de mesófilos aeróbios comprova as condições higiênico-sanitárias em que os alimentos foram manipulados. Dessa forma, altas contagens podem indicar a possível presença de patógenos, além de deteriorantes, tais como bactérias dos grupos dos *lactobacilos*, *streptococos*, *lactococos* e coliformes.

A utilização dos níveis de RUC nas silagens encontra-se dentro das quantidades aceitáveis. Contudo, o tratamento com 10% de inclusão de LA, apresenta valores acima do permitido, caracterizando-se como nocivo a qualidade do alimento, não sendo recomendado para consumo animal.

Apesar de não se ajustar a nenhum modelo de regressão no experimento com utilização de RUC, as quantidades de BAL refletem na qualidade da fermentação da silagem, pois estão diretamente ligadas a produção de ácido lático que promovem a diminuição de pH (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991). Há presença de BAL em nível máximo no tratamento sem inclusão de RUC, seguida por diminuição na quantidade. Na tabela 7, as quantidades máximas encontram-se no tratamento com 10% de LA.

Percebe-se que o aparecimento das BAL é maior nas silagens com pH mais alto, que neste caso refere-se ao tratamento com 0 e 35% correspondente a 3,40 e 3,20 de pH para a adição de RUC (Tabela 4), porém, com a utilização de LA, os valores de pH observados nos tratamentos com maiores quantidades de BAL são de 2,69 e 2,65 correspondentes a 2,5 e 10% (Tabela 7), não concordando com esta associação.

Leite (2019), que avaliou silagem de sorgo com inclusão de 20% de torta de algodão, encontrou quantidades similares de BAL com 6,27 log ufc/g, pH correspondente à 3,99. O que pode ser atribuído ao efeito tamponante promovido pela torta de algodão, disponibilizando nitrogênio para o desenvolvimento das BAL, possibilitando um aumento dessas populações, produzindo mais ácido lático para tentar acidificar o meio. Contudo, os valores de pH observados no presente estudo encontram-se abaixo da faixa preconizada, evidenciando que o RUC e a LA não promoveram o tamponamento esperado, não havendo regulação da queda de pH.

Em geral, as BAL encontram-se em menores quantidades quando a cultura está no campo, e após o corte, são disponibilizados substratos para seu desenvolvimento, estimulando o aumento da população na forragem ensilada (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991; LIN *et al.*, 1992). No entanto, a inclusão de RUC e LA nas quantidades utilizadas nos tratamentos, proporcionaram a propagação de BAL em quantidades regulares.

Perante a literatura, julga-se satisfatório um número de aproximadamente 8,0 log ufc/g de BAL para garantir uma fermentação apropriada para a conservação da silagem (MUCK, 1988). Uma vez que é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios, enterobactérias, leveduras e fungos (COAN *et al.*, 2007).

Quando associamos a quantidade de LEV encontradas nos tratamentos com 0% de RUC, 2,5 e 10% de LA (maiores quantidades) (Tabelas 6 e 7) aos valores de pH observados para todos os tratamentos dos dois experimentos, estão abaixo de 3,4. A inclusão dos aditivos acarretou a propagação de leveduras, as quais necessitam de meio ácido para se tornarem predominantes na massa ensilada.

Segundo Muck (2010), as leveduras promovem a deterioração das silagens em meio aeróbico e anaeróbico, favorecidas pelo pH menor que 3,5, os quais permitem o crescimento de outros grupos microbianos. Do mesmo modo para McDonald, Henderson e Heron (1991), as leveduras sobrevivem em condições com baixas concentrações de oxigênio e valores baixos de pH (< 4,0). A elevada presença de populações de LEV em silagens é crítica devido ao seu potencial de multiplicação após a abertura do silo. Após o contato de O₂ na silagem, utilizam ácido láctico para produção de energia e multiplicação, elevam o pH da silagem exposta ao ar e ocasionam seu aquecimento, promovendo a quebra da estabilidade aeróbia e a deterioração de silagens, sendo a principal causa dessa degradação (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991).

Após o fechamento do silo, com diminuição do oxigênio, as leveduras irão competir com as BAL por substrato, durante as primeiras semanas, a população de leveduras pode atingir 7,0 log ufc/g de silagem, todavia, o declínio é iminente em função da concentração de ácidos, pH e anaerobiose (JONSSON; PAHLOW, 1984). De forma geral, todas as silagens tiveram baixa contagem de leveduras na abertura dos silos. Segundo Pitt e Hocking (1991), o crescimento desses microrganismos não reduz a qualidade da silagem, a menos que a contagem alcance aproximadamente 8,0 log ufc/g de leveduras.

Observando os resultados alcançados e levando em consideração o pH como fator restringido ao crescimento microbiano, pode-se sugerir que no geral, os tratamentos apresentaram baixas contagens ou ausência de leveduras.

6. CONCLUSÃO

A inclusão de até 25% de RUC na silagem de sorgo promoveu incrementos na composição centesimal e melhorias na qualidade microbiológica, elevando os teores de PB, FDA, FDN e HEM.

A inclusão de LA não conferiu melhora da qualidade centesimal e microbiológica. Os tratamentos sem a inclusão de ambos os resíduos demonstraram melhores resultados.

7.

8. REFERÊNCIAS

ALVIM, I.D. **Efeito da extrusão termoplástica sobre propriedades funcionais e nutricionais de farinhas à base de milho, caseína e derivados de levedura.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, 2001.

AMORIM, H.V.; LOPES, M.L. Tecnologia, sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. *In: I CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.* Campinas. Anais. Campinas: CBNA, p. 5-20, 2009.

ASHBELL, G.; LISKER, N. Aerobic deterioration in maize silage stored in a bunker silo under farm conditions in a subtropical climate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 45, p. 307-315, 1988.

BABAYAN, T.L. *et al.* Induced autolysis of *Saccharomyces cerevisiae*: Morphological effects, rheological effects, and dynamics of accumulation of extracellular hydrolysis products. **Current Microbiology**, v. 5, n. 3, p. 163-168, 1981.

BABAYAN, T.L.; BEZRUKOV, M.G. Autolysis in yeasts. **Acta Biotechnologica**, v. 5, n. 2, p. 129-136, 1985.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JUNIOR, G.B. **Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais.** Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia 2001. Ed. Wilson Roberto Soares Mattos et al. Piracicaba: Fealq. p. 890-911. 2001.

BARLETTA, R.V. *et al.* Blood parameters and performance of dairy cows fed with whole raw soybean. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 483-492, 2012.

BARNETT, A.J.G. **Silage fermentation.** New York: Academy Press, 1954.

BAYATKOUHSAR, J.; TAHMASBI, A.M.; NASERIAN, A.A. Effects of microbial inoculant on composition, aerobic stability, *in situ* ruminal degradability and *in vitro* gas production of corn silage. **International Journal of AgriScience**, v. 2, p. 774-786, 2012.

BOLSEN, K.K.; ASHBELL, G.; WEIBERG, Z.G. Silage fermentation and silage additives- Review. **Asin-Australasin Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 5, p. 483-494, 1996.

BOTURA, M.B. **Avaliação anti-helmíntica e toxicológica de extratos e frações do resíduo de *Agave sisalana* Perr. (SISAL) sobre nematoides gastrintestinais de caprinos.** Universidade Estadual de Feira de Santana. Pós-Graduação em Biotecnologia. 2011.

BRASIL. Decreto nº 6.871/09, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918/94, de 14 de julho de 1994. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 jun. 2009.

BROCHIER, M.A. **Aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação.** Dissertação (Mestrado) – Novo Hamburgo: Centro Universitário Feevale, 2007.

BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1392-1399, 2009.

BUTOLO, J. Novos padrões de produção avícola. *In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA 2000.* Chapecó. Anais. Chapecó. p. 50-54, 2002.

CABALLERO-CÓRDOBA, G.M.; PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI, V.C. “Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces* sp.) e determinação do valor nutritivo da proteína em células integras ou rompidas mecanicamente”. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 17, n. 2, p. 102-106, 1997.

CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. Substituição do feno de tifton pelo resíduo úmido de cervejaria em dietas de ovinos em manutenção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 75-73, 2007.

CABRAL, C.E.A. *et al.* Proporção de fertilizantes fosfatados no cultivo de forrageira tropical em casa de vegetação. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 2, p. 193-200, 2015.

CAETANO, G.A.O.; CAETANO JUNIOR, M.B. Aspectos bromatológicos e parâmetros da cinética de trânsito da silagem da planta do abacaxi. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 12, ed. 261, Art. 1730, junho, 2014.

CÂNDIDO, M. J. D; FURTADO, R. N.; **Estoque de forragem para a seca: produção e utilização da silagem**. E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. (Estudos da Pós-graduação). Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53687>. Acesso em: 26/07/21

CARDOZO, L. **Características agronômicas, bromatológicas e nutricionais de silagens de genótipos de sorgo forrageiro**. Pelotas. Universidade Federal de Pelotas. 51 p. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 2016.

CARVALHO, B.F. *et al.* Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 195, p. 1-13, 2014.

CARVALHO, G.G.P. *et al.* Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 234-242, 2008.

CASTRO, W.J.R. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado. **Scientific Electronic Archives**, v. 8, n. 1, p. 30-36, 2015.

CERVBRASIL. 2016. Anuário 2016. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria da Cerveja.

CLARK, J.H.; MURPHY, M.R.; CROCKER, B.A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by products feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 5, p. 1092-1109, 1987.

COAN, R.M. *et al.* Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1502-1511, 2007.

CONTRERAS-GOVEA, F. *et al.* Forage sorghum nutritive value: A review. **Forage Grazinglands**, v. 8, n. 1, p.1-7, 2010.

COSTA, L.F. Leveduras na nutrição animal. Revista Eletrônica **Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 01-06, 2004.

DETMANN, E. *et al.* (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DUNIÈRE, L. *et al.* Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, v. 182, n. 1, p. 1-15, 2013.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2002. 210p.

FERNANDES, G.F.; EVANGELISTA, A.F.; BORGES, L.S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.13, n.3, p.4652-4656, 2016.

FERREIRA, I.M.P.L.V.O. *et al.* Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 2, p. 77-84, 2010.

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water, wastewater and waste management in brewing industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 5, p. 463-471, 2006.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para integração lavoura pecuária-floresta na região sul-brasileira** (Vol. 1). Passo Fundo, Rio Grande do Sul: Embrapa. 2009.

FORSYTHE, S. J. Microbiologia da segurança alimentar. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424p.

FRASSON, M.F. *et al.* Comportamento ingestivo e produtivo de cordeiros alimentados com resíduo úmido de cervejaria em substituição a silagem de sorgo. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 183-190, 2016.

GERON, L.J.V. *et al.* Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1685-1695, 2008.

GIZZI G.; GAMBIN B.L. Eco-physiological changes in sorghum hybrids released in Argentina over the last 30 years. **Field Crops Research**, v. 188, p. 41-49, 2016.

GURGEL, A.L.C. *et al.* Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 2, p. 86-95, 2017.

GURGEL, A.L.C. *et al.* Produção, qualidade e utilização de silagens de capins tropicais na dieta de ruminantes. **PUBVET**, v. 13, n. 11, p. a441 (1-9), 2019.

HANGUI, S.A.R. *et al.* Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada na cidade de Anápolis, Goiás, Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 12, n. 2, p. 30–38, 2015.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p. 35-56, 1993.

ICIDCA. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar**. Habana: Geplaceapnud, 252p. 1988.

IMAIZUMI, H. **Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. (Tese de doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 182 p. 2005.

Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas / Eds. Adriano Tosoni da Eira Aguiar, Charleston Gonçalves, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani; et al. 7.^a Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).

JAHANZAD, E. *et al.* Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and intercrops. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 4, p. 584-594, 2016.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. **Microbiologia de forragens conservadas. Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, p. 1-26, 2003.

JOBIM, C.C.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A. **Utilização de forragens conservadas na região semiárida do nordeste do Brasil**. In: BAKKE, I.A. (org.) **Sistemas agrossilvipastoris no semiárido**. Campina Grande: Editora Universitária, v. 1, p. 31-46, 2009.

JONES, D.I.H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, n. 1, p. 173-186, 1996.

JONSSON, A.; PAHLOW, G. Systematic classification, and biochemical characterization of yeast growth in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. **Animal Research and Development**, Brisbane, v. 20, p. 7-22, 1984.

KOC, F. *et al.* Effect of pre-fermented juice, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation characteristics and aerobic stability of high dry matter alfalfa bale silage. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 27, n. 6, p. 1766-1773, 2017.

KUNG JUNIOR, L. Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives. *In*: Pages 37-45 Proc. XV International Silage Conference, Madison, WI, p. 27-29, 2009.

KUNG JUNIOR, L. **The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silage.** *In*: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G. (Ed). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 3, July 22-23, 2013. Campinas. Proceedings... Campinas, p. 7-19, 2013.

KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. **Silage additives.** *In*: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology.** Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 251-304, 2003.

KURTZMAN, C.P.; FELL, J. The yeasts, a taxonomic study. 4th ed. Amsterdam: **Elsevier Science Publishers**, 1998. 1088p.

LALA, B. *et al.* Aditivos no processo de ensilagem. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 4, n. 3, p. 175–183, 2010.

LAMOOLPHAK, W. *et al.* Hydrothermal decomposition of yeast cells for production of proteins and amino acids. **Journal of Hazardous Materials**, v. 137, n. 3, p. 1643-1648, 2006.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A. Clima. *In*: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.) Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2), 2012.

LEITE, G.M. **Ação combinada da torta de algodão e de inoculantes microbianos em silagens de sorgo forrageiro**. Areia-PB: Universidade Federal da Paraíba, Campus II. (2019) Monografia (graduação) - UFPB/CCA.

Levene, H. **Robust Test for Equality of Variances**, in I. O., ed., 'Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotteling', Stanford University Press, California, United States, pp. 278–292, 1960.

LIMA, M.L.M. **Resíduo de cervejaria úmido: formas de conservação e efeitos sobre parâmetros ruminais**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1993. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, 1993.

LIN; C. *et al.* **Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and corn**. p. 113. *In: Cattleman's Day*. Kansas State University, Manhattan. 1992.

LOURES, D.R.S. *et al.* Características do efluente e composição químico-bromatológica das silagens de capim-Elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p.1851-1858, 2002.

MACÊDO, A.J.S. *et al.* **Avaliação das perdas fermentativas da silagem de sorgo forrageiro aditivada com ureia e/ou inoculante microbiano**. I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. 2016.

MACEDO, C.H.O. *et al.* Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 371-382, 2012.

MACHADO, F.S. *et al.* Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 711-720, 2012.

MACIEL, F. C. *et al.* Silo cincho: o armazém de forragem para a agricultura familiar. *In: Armazenamento de forragens para agricultura familiar*. Natal: EMPARN, p. 19-23, 2004.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. 4p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Circular Técnica, 3), 2000. 46p.

MAITI, S. *et al.* Two-phase partitioning detoxification to improve biobutanol production from brewery industry wastes. **Chemical Engineering Journal**, v. 330, n. August, p. 1100–1108, 2017.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: ChLAombe Publicatins, 1991. 340p. 18.

MENDONÇA, L.M.; OLIVEIRA, V.S. **Utilização do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras anglo nubiana no final de lactação**. Dissertação. Universidade Federal de Sergipe, 2012.

MLEJNKOVA, V.; HORKY, P.; KOMINKOVA, M. (2016) Biogenic amines and hygienic quality of lucerne silage. **Open Life Science**, v. 11, n. 1, p. 280-286, 2016.

MORAES, S.D. *et al.* Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

MOTA M.R.; MEDEIROS, C.M. Balanço hídrico na região de Manaus - AM. Revista da Universidade do Amazonas. **Série Ciências Agrárias 10**, p. 73-78, 2002.

MOURA, M.M.A. *et al.* Valor nutricional de silagens de sorgo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 2, p. 137-142, 2017.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.

MUCK, R.E. Inoculation of silage and its effects on silage quality. *In: Informational conference with dairy and forage industries, Madison*. **Proceedings**, Madison: USDFRC, p. 43-51, 1996.

MUCK, R.E. Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, (supl. Especial), 2010.

MUCK, R.E.; KUNG JR., L. Effects of silage additives on ensiling. *In: SILAGE:FIELD TO FEEDBUNK*, 1997, Pennsylvania. **Proceedings...** New York: NRAES, n.99, p.187-199. 1997.

MUSSATTO, S.I. Biotechnological potential of brewing industry by-products. In *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*. Springer Netherlands, p. 313-326, 2009.

NARDES, S.I. **Produção de silagem de milho e sorgo, por diferentes períodos de armazenamento, com uso de inoculante composto**. Uruguaiana. Universidade Federal do Pampa, 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). 2019.

NELSON, D.L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios da bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

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

NEUMANN, M. *et al.* Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

NEVES, A.L.A. *et al.* Agronomic characteristics, silage quality, intake and digestibility of Five new Brazilian sorghum cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 2, p. 371-380, 2015.

NUNES, J.K. *et al.* Suplementação de extrato de levedura na dieta de poedeiras: Qualidade de ovos. **Arquivos de Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 369-377, 2010.

O'KIELY, P.; MUCK, R.E. Aerobic deterioration of Lucerne (*Medicago sativa*) and Maize (*Zea mays*) silages – Effects of yeasts. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 59, p. 139-144, 1992.

OHMOMO, S. *et al.* Silage and microbial performance, old history but new problem. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 36, n. 2, p. 59-71, 2002.

OLIVEIRA M.L. *et al.* Reserva Ducke: A biodiversidade amazônica através de uma grade (PPBio: Manaus, 2011).

OLIVEIRA, B.S. *et al.* Qualidade das silagens de seis cultivares de sorgo para ovinos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 53, n. 2, p. 256-264, 2018.

OLIVEIRA, I.J. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental**, 2018. 28 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 68).

OLIVEIRA, L.B. *et al.* Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

OLIVEIRA, R.L.; CÂNDIDO, E.P.; LEÃO, A.G. **A nutrição de ruminantes no Brasil.** In: Tópicos especiais em Ciência Animal I - coletânea da I Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 169 p, 2012.

OSUMI, M. The ultrastructure of yeast: cell wall structure and formation. **Micron and Microscopica Acta**, v. 29, n. 6, p. 207-233, 1998.

PAHLOW, G. *et al.* Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 31-93, 2003.

PARKER, D.K. **Beer: production, sensory characteristics and sensory analysis.** In: PIGGOTT, John (Ed.). Alcoholic beverages: Sensory evaluation and consumer research. UK: Woodhead Publishing Limited, Cap. 6, p. 133-157, 2012.

PEDREIRA, M.D.S. *et al.* Características agrônomicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1083-1092, 2003.

PEERZADA, A.M. *et al.* Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.). **Biological Invasions**, p. 1-9, 2017.

PERAZZO, A.F. *et al.* Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. **Front Plant Sci.**, v. 8, p. 1-8, 2017.

PERAZZO, A.F. *et al.* Características agrônomicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013.

PEREIRA, L.E.T.; BUENO, I.C.S.; HERLING, V.R. **Tecnologias para conservação de forragens: fenação e ensilagem**. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, Dissertação, 48 p. 2015.

PHIPPS, R.H.; SUTTON, J.D.; JONES, B.A. Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry matter intake and milk production of incorporating either fermented or urea treated whole crop wheat, brewers's grain, fodder beet or maize silage into diets based on greass silage. **Animal Science**, v. 61, p. 491-496, 1995.

PINEDO, L.A. *et al.* Silagem de sorgo aditivada com coproduto alternativo da torta de semente de cupuaçu. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 29633-29645, 2019.

PINHO, O.; FERREIRA, I.M.P.L.V.O; SANTOS, L.H.M.L.M. Method optimization by solid-phase microextraction in combination with gas chromatography with mass spectrometry for analysis of beer volatile fraction. **Journal of Chromatography**, v. 1121, n. 2, p. 145-153, 2006.

PINHO, R.M.A. *et al.* Performance of confined sheep fed diets based on silages of different sorghum cultivars. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 3, p. 454-464, 2017.

PIRES, D.A.A. *et al.* Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.

PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and food spoilage**. V. 519. New York: Springer. 1991.

REIS, R.A. *et al.* Efeito de doses de *Lactobacillus buchneri* "cepa ncimb 40788" sobre as perdas nos períodos de fermentação e pós-abertura da silagem de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 923-934, 2008.

RODRIGUES, J.A.S. **Sistema de produção do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção 2, 2010.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. *In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. FAHEY JUNIOR, G.C. (ed). ASA., CSSA., SSSA. Madison, Wisconsin. p. 828-868, 1994.

SANTIN, T.P. *et al.* Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. **Brazil Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 8, p. 54931-54943, 2020.

SANTOS, A.P.M.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; et al. Effects of urea addition on the fermentation of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. **African Journal of Range & Forage Science**. 35(1):55-62. 2018.

SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. Cervejas e Refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.

SANTOS, M.V.F. *et al.* Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010.

SANTOS. R. D, PEREIRA L. G. R, NEVES A. L. A. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem Maringá, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika, Great Britain**, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

SILVA, A. *et al.* Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação animal. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 370-379, 2014.

SILVA, A.R.P. *et al.* Effect of using inoculant on elephant grass silage with aditives. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, e50533, 2020.

SILVA, A.V. *et al.* Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1881-1890, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, V.B. *et al.* Resíduo de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1595-1599, 2010.

SIQUEIRA, P.B.; BOLINI, H.M.A.; MACEDO, G.A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 491-498, 2009.

SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 7, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA M.R. *et al.* Análise econômica do confinamento de cordeiros alimentados com feno de capim piatã e soja *in natura* ou desativada. Custos e @gronegócio online v. 10, n. 1 - JanMar - 2014. ISSN 1808 2882 <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br>>

STEFANELLO, F.S. *et al.* Resíduo de cervejaria: bioatividade dos compostos fenólicos; aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** – REGET, Ed. Especial, v. 18, p. 01-10, 2014.

STELLA, L.A. *et al.* **Indústria. Animal**, Nova Odessa, v. 73, n. 1, p. 73-79, 2016.

TODD, B.E.; FLEET, G.H.; HENSCHKE, P.A. Promotion of autolysis through the interaction of killer and sensitive yeasts: potential application in sparkling wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 1, p. 65-72, 2000.

TOMICH, T. R. *et al.* Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, p. 20, 2003.

TOMICH, T.R. *et al.* **Características químicas para a avaliação do processo fermentativo de silagens**: uma proposta para a qualificação da fermentação. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003.v.13, n.11, a441, p.1-9, 2019.

VALADARES, L.S.C. **Avaliação de diferentes planos nutricionais utilizando leveduras na dieta de frangos de corte**. 2012. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

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

VERIATO, F.T. *et al.* Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 40, e34458, 2018.

VILELA, E.S.D.; SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D. Determinação do valor proteico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.), **Rev. Nutr.**, v. 13, n. 3, p. 185-192, 2000.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, p. 101-116, 1990.

XU, W. *et al.* Changes in autolysis solution of brewer's yeasts and the evaluation of autolysis. **Journal of Food Science and Biotechnology**, v. 32, p. 574–580, 2013.

YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 4, p. 258-274, 2014.

ZIMMERMANN, J.A.R. *et al.* Farelos de milho, soja e arroz melhoram a composição bromatológica de silagens de tifton 85. **Anais do 8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão** – Universidade Federal do Pampa, 2015.