



PATRICIA FERNANDA PEREIRA CARVALHO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO
NO 3RLAB LABORATÓRIO DE ANÁLISES
AGROPECUÁRIAS LTDA:
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE
SILAGEM DE MILHO PLANTA INTEIRA**

LAVRAS - MG

2022

PATRICIA FERNANDA PEREIRA CARVALHO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO 3RLAB
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AGROPECUÁRIAS LTDA:
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE SILAGEM DE MILHO
PLANTA INTEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr. Thiago Fernandes Bernardes
Orientador

**LAVRAS - MG
2022**

PATRICIA FERNANDA PEREIRA CARVALHO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO 3RLAB
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AGROPECUÁRIAS LTDA:
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE SILAGEM DE MILHO
PLANTA INTEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 06 de Agosto de 2022

Dr. Thiago Fernandes Bernardes DZO/UFLA

Ma. Natália Nunes de Melo DZO/UFLA

Ma. Larissa Estefane Cruz das Graças 3RLAB

Dr. Thiago Fernandes Bernardes

Orientador

LAVRAS - MG

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e a Nossa Senhora por ter me guiado durante toda a minha graduação. Pelo meu conhecimento, minha capacidade de aprendizado, minha saúde e minha família. A minha fé me sustentou até aqui!

Aos meus pais, Lena e Dionísio, que nunca mediram esforços para me manter na Universidade. Que sempre me apoiaram e incentivaram a buscar conhecimento e crescimento profissional, com respeito e honestidade.

Ao meu marido Rodrigo, por todo amor e paciência que teve comigo durante esses cinco anos de curso. Por não ter me deixado desistir no meio do caminho!

Ao meu orientador, Prof. Thiago Bernardes, por todos os ensinamentos e por sua disponibilidade e interesse neste trabalho. Com o qual tenho imenso orgulho de ter trabalhado durante a graduação.

À minha querida amiga Laryssa, que esteve comigo desde o primeiro dia de aula até o último. Sempre do meu lado nos momentos de fraqueza, nas provas difíceis, nos trabalhos complicados. Mas também nos momentos mais felizes e prazerosos dessa faculdade. Muito obrigada pela sua parceria amiga!

À minha supervisora, Ma. Larissa Graças, pela confiança e oportunidade do estágio e toda a equipe do laboratório 3RLAB, por todo conhecimento adquirido e pela contribuição com o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À Ma. Natália Melo pela amizade e disponibilidade de fazer parte da banca.

Ao meu grupo de estudos, NEFOR (conservação), por todo conhecimento e prática na área de nutrição e conservação de forragens. E também por me ensinar a importância do trabalho em equipe em qualquer atividade.

À Universidade Federal de Lavras, por todos os ensinamentos, estrutura, metodologias e a todos os professores que ajudaram na construção da minha profissão. Tenho muito orgulho de ser UFLA!

Enfim, muito obrigada a todos que de alguma forma contribuíram e estiveram comigo até aqui!

Muito obrigada!!!

RESUMO

Objetivou-se descrever as atividades realizadas durante o estágio supervisionado no laboratório 3RLAB, no período de 25 de fevereiro à 27 de maio de 2022. E também, uma análise estatística do efeito da maturidade fisiológica da planta na composição e valor nutricional da silagem de milho planta inteira, a partir de resultados de amostras cedidas pelo laboratório. As principais atividades exercidas foram análise de matéria seca (MS), análise de processamento de grãos pelo KPS (Kernel Processing Score) e tamanho de partículas pelo conjunto de peneiras Penn State, acompanhamento das análises por NIRS e das análises químicas. As análises estatísticas foram feitas através do software SAS, e os principais parâmetros analisados foram teor de MS, FDN, digestibilidade da fibra 30 horas (dFDN30h), amido, digestibilidade do amido in situ 7 horas (dAmido 7h) e FDN indigestível (uFDN240horas). As correlações estudadas foram: MS vs FDN; MS vs Amido; MS vs dAmido 7h; MS vs dFDN 30h; MS vs uFDN 240h; Amido vs. dAmido 7h. De acordo com os resultados das análises, conforme a maturidade da planta avança, o teor de amido aumenta e o teor de FDN diminui. Com o aumento da concentração de amido nos grãos, a dAmido 7h tende a diminuir, causada pelo aumento da vitreosidade dos grãos com o avanço na maturidade. Neste estudo a maturidade não influenciou nos teores de dFDN 30h e de uFDN 240h. Conclui-se que o estágio supervisionado no laboratório 3RLAB foi de grande valia para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. O grau de maturidade da planta no momento da colheita influencia na composição final da silagem de milho planta inteira. Conforme a planta amadurece há uma maior proporção de grãos em relação a fração fibrosa, causando um efeito de substituição ou diluição nos teores de FDN, dFDN 30h e uFDN 240h da silagem.

Palavras-chave: Amostragem. Maturidade. Processamento de grãos. Digestibilidade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO	7
2.1	Recepção de amostras	7
2.2	Preparo de amostras	7
2.2.1	Sala de secagem	7
2.2.2	Sala dos moinhos	8
2.2.3	Sala de análises NIRS	8
2.2.4	Sala de análises químicas	9
2.2.5	Sala de análises de qualidade	10
2.3	Atividades realizadas	10
3	ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE MILHO PLANTA INTEIRA	11
3.1	Referencial teórico	11
3.1.1	Importância da silagem de milho na nutrição de ruminantes	11
3.1.2	Amostragens de silagem de milho planta inteira	13
3.1.2.1	Amostragens durante a colheita: KPS e PENN STATE	13
3.1.2.2	Amostragens no pós-abertura do silo	15
4	METODOLOGIA	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
	CONCLUSÕES	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A formulação de dietas com precisão, atualmente, é o principal modulador do desempenho dos animais de alta produção. Além disso, os custos com a alimentação animal equivalem a maior parte dos custos totais de uma propriedade, representando até 70% dos custos efetivos em sistemas de produção intensiva de vacas leiteiras (COSTA et al., 2011). Por isso, o conhecimento da composição e valor nutricional de todos os ingredientes utilizados na dieta, através de análises químico-físicas periódicas, é a principal maneira de atender as exigências nutricionais desses animais e garantir a rentabilidade do sistema.

As dietas de animais ruminantes são compostas por alimentos concentrados e volumosos, em proporção adequada para atender as exigências de cada categoria. Porém, há uma grande variação dos nutrientes presentes nesses alimentos, principalmente nos alimentos volumosos (ST. PIERRE; WEISS, 2015).

A silagem de milho é a fonte de volumoso mais utilizada nos sistemas de produção de leite, e também a mais comum nos confinamentos de bovinos de corte do Brasil (BERNARDES; DO RÊGO, 2014; BERNARDES; CASTRO, 2019). Incluída na dieta como fonte de energia e fibra (FERRARETTO et al., 2018), principalmente no período seco do ano, onde há escassez de forragens e pastagens de baixa qualidade.

A composição e o valor nutricional da silagem de milho, dependem de fatores como a maturidade da planta na colheita, grau de processamento dos grãos e das partículas, práticas agronômicas e de ensilagem (JOHNSON et al., 1999; DE OLIVEIRA et al., 2017; OWENS, 2008). Por isso a importância da realização de amostragens frequentes, desde a lavoura até o cocho. Fazendo o acompanhamento de todo o processo, a fim de minimizar as perdas e garantir um alimento de qualidade para os animais. Para tanto, nossa hipótese é que a maturidade fisiológica da planta no momento da colheita influencia na composição final da silagem de milho planta inteira.

Objetivou-se descrever as atividades realizadas durante o Estágio Curricular Supervisionado do curso de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras, desenvolvido no laboratório 3RLAB. Para facilitar a compreensão, este relatório está estruturado em tópicos, os quais discorrerão sobre a empresa e as atividades desenvolvidas ao decorrer do estágio. E posteriormente serão apresentados os dados referentes a avaliação da composição e o valor nutricional da silagem de milho planta inteira, a partir de resultados de análises feitas no período de janeiro à maio de 2021 e 2022, cedidas pelo laboratório.

2 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

O 3RLAB laboratório de análises agropecuárias LTDA, é uma empresa do Grupo Rehagro fundada em 2013, com o objetivo de gerar resultados com precisão e agilidade, contribuindo para o aumento da produtividade no campo. É um laboratório que possui os principais selos de certificação disponíveis no mercado. O comprometimento com suas análises, além de uma equipe técnica altamente especializada faz dessa empresa uma referência no setor agropecuário. A matriz fica localizada na cidade de Lavras-MG, onde foi realizado o estágio supervisionado, e as suas filiais nas cidades de Goiânia - GO e Chapecó – SC.

O estágio supervisionado foi realizado no setor de nutrição animal, que realiza análises de água, fezes e, principalmente, produtos e alimentos destinados à alimentação dos animais. Essas análises são feitas através da espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) e por análises químicas. Além deste, o laboratório também possui um setor destinado a agricultura, realizando análises de solos, fertilizantes e foliares.

2.1 Recepção de amostras

Todas as amostras enviadas para o laboratório devem estar acompanhadas de um formulário, onde devem estar descritas todas as informações do proprietário, da propriedade e do material. Nesse momento, também é feita a escolha do pacote de análises desejado (NIRS, químico ou ambos). As amostras podem ser encaminhadas através dos correios, transportadoras ou pessoalmente na sala de recepção. O laboratório também possui, em sua portaria, uma caixa de coleta de amostras, facilitando o envio nos feriados e fins de semana. Todas as amostras recebidas são devidamente identificadas e destinadas para cada setor correspondente.

2.2 Preparo de amostras

2.2.1 Sala de secagem

A primeira etapa das análises do setor de nutrição animal, é feita na sala de secagem, onde as amostras passam por uma avaliação que visa identificar possíveis contaminações por terra ou mofo, principalmente, além de conferir se todos os dados de identificação estão de acordo com a amostra recebida, de fato.

Após a conferência da amostra, ela é homogeneizada de acordo com a sua categoria, dividida entre alimentos concentrados e volumosos, fezes e água. Os alimentos volumosos são homogeneizados de acordo com o método de quarteamento e mistura, e os alimentos concentrados, são homogeneizados em um recipiente de aço inox com o auxílio de uma colher.

Em ambos os casos, é retirada uma alíquota, aleatoriamente, de acordo com cada categoria, em um recipiente plástico de peso conhecido (barquinho de pesagem). Para cada alimento, o laboratório fixou uma variação de peso conhecida para esta alíquota, por exemplo, para silagem de milho o peso deve ser de 90 a 100 gramas (amostra úmida). Do restante do material, é retirado uma outra amostra, que será embalada em um saco plástico e refrigerada, e utilizada caso haja necessidade de repetição da análise, por erros ou a pedido do cliente.

O barquinho contendo a amostra é então pesado e cadastrado no sistema de gestão do laboratório, e em seguida, colocado no micro-ondas para secar. A potência e o tempo que cada amostra permanece no micro-ondas até perder o máximo de umidade possível, varia de acordo com a amostra, e segue valores de referência internos do laboratório. Após a secagem do material, a amostra é novamente pesada e registrada no sistema, que estima, imediatamente, o teor de MS do mesmo. E então é encaminhada à sala dos moinhos.

Na sala de secagem também são feitas as análises de processamento de grãos (KPS) e tamanho de partículas, através do conjunto de peneiras PENN STATE.

2.2.2 Sala dos moinhos

A sala dos moinhos é utilizada exclusivamente para moagem das amostras secas, do setor de nutrição e também do setor da agricultura, porém cada setor possui seu moinho correspondente.

Os moinhos são do tipo ultra centrífugo com peneira de crivo de 1,0 mm, monitorados frequentemente quanto a eficiência da moagem, para que a amostra seja homogênea e facilite a leitura pelo NIRS. A amostra moída é colocada em um saquinho plástico, identificado, e encaminhada para a sala de análises por NIRS.

2.2.3 Sala de análises pelo NIRS

O NIRS (espectroscopia de infravermelho próximo) é uma técnica de leitura por infravermelho, utilizada para determinar a composição química dos alimentos e materiais que chegam ao laboratório, de maneira rápida e eficiente (FIGURA 1). O aparelho passa por uma calibração diária, antes de iniciar as análises, por uma assistência técnica especializada, a fim de gerar resultados com precisão.

Figura 1 – Aparelho NIRS



Fonte: Da autora (2022)

As amostras destinadas a análise pelo NIRS são secas e moídas de acordo com a granulometria adequada para a sua leitura. Nessa etapa, as amostras devem ser novamente homogeneizadas, e uma pequena porção é colocada na lâmina de vidro do aparelho. Em poucos segundos é gerado um laudo contendo todas as informações nutricionais daquela amostra, que é previamente avaliado pelo analista responsável e encaminhado para aprovação final e em seguida para o cliente.

2.2.4 Sala de análises químicas

A sala de análises químicas possui todos os equipamentos, recipientes, soluções e reagentes necessários para análises de amido, proteína bruta, extrato etéreo, FDN e FDA (fibra em detergente ácido), minerais e MS. É um espaço amplo, bem organizado, e cada análise possui suas vidrarias e objetos identificados e separados, para que uma análise não contamine o resultado das outras (FIGURA 2).

Figura 2 – Sala de análises químicas



Fonte: Da autora (2022)

2.2.5 Sala de análises da qualidade

O último procedimento feito pelo laboratório, antes da entrega dos laudos aos clientes, é feito na sala de qualidade, onde uma equipe técnica especializada analisa cada resultado gerado, em cada setor. Nessa etapa são avaliados todos os parâmetros de cada material analisado e comparados com valores de referência adotados pelo laboratório. Valores discrepantes indicam erros nas amostragens e procedimentos realizados durante as análises, ou amostras com algum tipo de contaminação. Então essas amostras devem passar por todos os procedimentos citados acima, até que todos os erros sejam sanados, e um laudo de qualidade possa ser entregue aos clientes.

2.3 Atividades realizadas

As atividades realizadas durante o estágio supervisionado, foram divididas entre os setores de análises por NIRS e de análises químicas. Em ambos os casos, as atividades iniciais consistiam no recebimento da amostra, identificação dos dados e possíveis contaminantes,

secagem e moagem da mesma. Também foram feitas análises pelo KPS e pelo conjunto de peneiras PENN STATE de silagens de milho.

Na sala de análises químicas as atividades foram o cadastramento das amostras no sistema de gestão, identificação das vidrarias que seriam utilizadas, manuseio dos equipamentos e preparo de soluções, de acordo com a análise, e acompanhamento durante os principais procedimentos realizados diariamente.

O acompanhamento e execução das análises foram de grande valia para meu desenvolvimento profissional, já que o conhecimento sobre a composição química dos alimentos é um fator fundamental na formulação correta das dietas dos animais. Além disso, também houve uma grande contribuição para o meu desenvolvimento pessoal, resultante do excelente trabalho em equipe realizado durante o período de estágio.

3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE MILHO PLANTA INTEIRA

A conservação de forragens é uma técnica muito utilizada na produção animal que consiste em um processo fermentativo anaeróbico que, através da ação microbiana, converte carboidratos solúveis em ácido orgânicos (NEUMANN et al., 2007). Além disso, esse processo, quando feito de maneira adequada, mantém as características e o valor nutritivo da silagem semelhantes aos da planta forrageira in natura. Uma das principais vantagens de ser produzir uma silagem de planta inteira de milho, além do seu valor nutricional e alto rendimento, é ter um alimento de qualidade para ofertar aos animais no período seco do ano, onde há um déficit de forragens e pastagens.

O monitoramento da qualidade da silagem, através de análises bromatológicas e de campo (MS, nível de processamento dos grãos e partículas), garante uma formulação de dietas mais assertiva. E isso impacta diretamente no desempenho dos animais e no custo com a alimentação da propriedade. Como a planta de milho fornece, principalmente energia e fibra, uma silagem com maior teor de amido e maior digestibilidade da FDN, é nutricionalmente desejado (DANIEL et al., 2019).

3.1 Referencial teórico

3.1.1 Importância da silagem de milho na nutrição de ruminantes

A silagem de milho planta inteira é um dos principais componentes das dietas de animais ruminantes, sendo utilizada como fonte de energia e fibras. Por esse motivo, várias pesquisas e

tecnologias estão sendo direcionadas para melhorar o rendimento e o valor nutritivo desse alimento (FERRARETTO; SHAVER; LUCK, 2018). No entanto, ainda não existem artigos na literatura definindo o valor nutritivo da silagem produzida no Brasil em escala comercial (DE OLIVEIRA et al., 2017), devido à grande variabilidade de sua produção.

Segundo um estudo feito por Bernardes e Do Rêgo (2014), em fazendas leiteiras no Brasil, a planta de milho se destacou como sendo a mais utilizada (82,7% das propriedades) na produção de silagens para essa categoria. E também o tipo mais comum de silagem utilizada nos confinamentos de bovinos de corte no Brasil (BERNARDES; CASTRO, 2019). Esse fato pode ser explicado pelas características favoráveis desta planta, como alta produtividade por área, baixo poder tampão no momento da ensilagem, boa fermentação microbiana e alto valor nutricional, principalmente pela presença de carboidratos solúveis (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001). No entanto, o valor nutricional da silagem de milho não deve ser baseado somente nos grãos, mas sim na planta como um todo (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001), visto que o desenvolvimento adequado dos grãos depende da capacidade fotossintética da parte vegetativa da planta de milho.

O processo de fabricação da silagem de milho pode ser dividido nas fases de campo, colheita e confecção, armazenamento e alimentação (BERNARDES et al., 2018). A fase de colheita é uma das mais importantes, visto que o estágio de maturação em que as plantas são colhidas e ensiladas, tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade nutricional das silagens, influenciando diretamente no seu perfil fermentativo e no desempenho animal (VILELA et al., 2008; JOHNSON et al., 1999; CARBONARE, 2020).

Outro fator importante que afeta o valor nutricional da silagem de milho é o tipo de processamento e o padrão de fermentação dos grãos (DANIEL et al., 2019). O processamento mecânico pode melhorar características nutricionais, como aumentar a digestibilidade do amido e da fibra, além de reduzir as perdas de MS durante a ensilagem (JOHNSON et al., 1999) reduzindo custos com a dieta.

Segundo Owens (2008) o amido representa cerca de 70% da MS dos grãos, e fornece mais da metade da energia digestível da silagem de milho. No entanto, a disponibilidade do amido para o animal está diretamente relacionada com o nível de processamento físico dos grãos. Silagens com mesmo teor de amido podem apresentar disponibilidades e digestibilidades diferentes para o animal, devido ao grau de processamento físico dos grãos (CARBONARE, 2020) no momento da ensilagem. Essa disponibilidade está relacionada com o rompimento da

matriz proteica presente no grão, permitindo que a microbiota ruminal e enzimas digestivas tenham acesso ao conteúdo amiláceo envolvido por ela (PEREIRA et al., 2004). Os grãos inteiros da silagem de milho ou aqueles pouco processados, passam por todo o trato digestório dos animais e são perdidos nas fezes, resultando em perdas nutricionais e econômicas para o sistema de produção.

3.1.2 Amostragens de silagem de milho planta inteira

A silagem de milho é um alimento com composição bromatológica muito variável, pois depende de fatores controláveis e incontroláveis (BERNARDES et al., 2018). Os fatores controláveis são aqueles relacionados com o processo da ensilagem, propriamente dito, e variam entre propriedades de acordo com o manejo aplicado. Por isso, se faz necessário o uso de amostragens constantes para análises bromatológicas da silagem, tanto no momento da colheita quanto no desabastecimento e fornecimento aos animais.

As amostragens feitas durante a colheita têm o objetivo de analisar, principalmente, teor de MS, processamento de grãos e tamanho de partículas (CARBONARE, 2020). Aquelas feitas no desabastecimento e ao longo do fornecimento aos animais, tem o objetivo de quantificar os nutrientes presentes, como teor de MS, proteína bruta, fibras (FDN e FDA) e amido. Além disso, são feitas análises do perfil fermentativo e digestibilidades desses nutrientes, a fim de balancear a dieta dos animais.

3.1.2.1 Amostragens durante a colheita: KPS e PENN STATE

O monitoramento adequado do estágio de maturidade da lavoura, garante uma colheita no momento certo e a produção de uma silagem de qualidade. Uma maneira de fazer esse acompanhamento, é visualizando a linha do leite, presente nos grãos, que separa a parte leitosa da parte farinácea. Nussio, Campos e Dias (2001) recomenda que a colheita deve ser feita quando a linha do leite estiver entre 1/2 a 2/3 do grão (30 a 35% MS), resultando em uma relação entre MS e energia adequada, maior conteúdo de grãos e açúcares solúveis, e melhor digestibilidade. Porém, outros fatores também podem ser levados em conta para avaliar o melhor momento para colheita, como por exemplo, a avaliação visual da planta (presença de folhas secas ou verdes) e o teor de MS da planta inteira (pode ser feito na própria fazenda em forno micro-ondas).

Atualmente os tipos de colhedoras de forragens mais utilizadas são as autopropelidas e as tracionadas por trator. As primeiras são mais eficientes no processamento dos grãos e das

partículas, por apresentar um nível tecnológico mais avançado, além de uma capacidade maior de colheita, quando comparada com aquelas tracionadas por trator. No entanto, estas ainda são as mais utilizadas no Brasil, devido ao alto custo de aquisição das autopropelidas (DANIEL et al., 2019).

Durante a colheita devem ser retiradas várias amostras, em cada descarregamento no silo, e delas devem ser feitas a MS, contagem de grãos inteiros e processamento da fibra (tamanho de partículas). Com auxílio de um copo de plástico (um litro) ou algum recipiente disponível com dimensões conhecidas, são retiradas as amostras, a cada descarregamento dos vagões no silo, e a partir delas são feitas as análises (grão e fibra).

Para processamentos de grãos pode se contar a quantidade de grãos inteiros presentes em um litro, sendo ideal que não tenha nenhum, indicando um processamento excelente do material. Porém, é considerada uma meta de menos de 5 grãos inteiros para colhedoras autopropelidas, e menos de 10 para as colhedoras tracionadas por trator (BERNARDES, 2018).

O processamento dos grãos também pode ser analisado utilizando o KPS, um agitador de partículas composto por um conjunto de peneiras com crivos de diferentes diâmetros, mais o fundo. Nessa técnica o objetivo é avaliar a proporção de grãos que passam pela peneira de 4,75 mm, e que serão facilmente fermentáveis e digeridas no rúmen (MERTENS, 2005). Apesar dessa técnica ser muito precisa, ela demanda tempo para gerar resultados, pois necessita do aparelho, geralmente encontrado somente em laboratórios, tornando-a inviável de ser utilizada a campo durante a colheita (DREWRY, 2019).

Outra análise que pode ser feita durante a colheita é a avaliação do tamanho de partículas do material ensilado. Segundo Mertens (1997) o processamento adequado da fibra está diretamente relacionado com o desempenho dos animais ruminantes. A fibra fisicamente efetiva (FDN_{fe}) está associada com a atividade mastigatória e consequente produção de saliva, que influencia diretamente no pH ruminal, evitando distúrbios metabólicos, principalmente acidose em vacas leiteiras.

Além disso, o tamanho de partícula também está relacionado com a densidade da massa ensilada, onde partículas menores e mais homogêneas facilitam o processo de ensilagem, pois permitem maior densidade no transporte do material colhido e aumentam a eficiência da compactação no silo. Isso resulta em uma silagem de melhor qualidade e uma diminuição das perdas de MS na desensilagem (NEUMANN et al., 2007).

Para fazer o acompanhamento do processamento da fibra à campo se utiliza o conjunto de peneiras PENN STATE (Penn State Particle Size Separator), uma metodologia desenvolvida por Lammers, Buckmaster e Heinrinchs (1996) na Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos. Desde sua criação, vários modelos foram desenvolvidos e são utilizados à campo, sendo o conjunto mais comum composto por três peneiras com crivos de 19, 8 e 4 mm, respectivamente, mais o fundo.

Para fazer a análise da fibra a campo, durante a colheita, as amostras de cada vagão podem ser coletadas utilizando o mesmo recipiente (litro) usado para contagem dos grãos (BERNARDES, 2018). A técnica para utilizar as peneiras segue o procedimento descrito por Lammers, Buckmaster e Heinrinchs (1996). Para estimar a fração de FDN_{fe} em cada peneira, multiplica-se a soma do peso retido nas peneiras (acima de 4mm) pelo valor de FDN encontrado na análise da amostra.

Segundo Heinrichs e Jones (2016) a silagem de milho é um alimento muito variável, e a escolha do tamanho ideal de partícula depende, entre outros fatores, do seu nível de inclusão na dieta. Quando a silagem de milho é a única fonte de fibra, pelo menos 8% das partículas devem ficar retidas na peneira superior, por outro lado, quando há mais fontes de fibra, esse valor passa a ser no mínimo de 3%. No entanto, as partículas retidas na peneira de crivo maior que 19 mm, geralmente são muito desuniformes, pois a maioria das colhedoras não tem capacidade de picar nesse tamanho, levando ao aumento da seleção no cocho pelos animais (BERNARDES, 2018). No geral, a recomendação é que a maior parte das partículas da silagem de milho planta inteira fiquem retidas na peneira intermediária de 8-19 mm.

3.1.2.2 Amostragens no pós-abertura do silo

A abertura do silo é o momento em que a silagem entra em contato, novamente, com o oxigênio presente no ambiente, estimulando o desenvolvimento de microrganismos aeróbios presentes, que vão utilizar, inicialmente, substratos solúveis e, em seguida compostos mais complexos disponíveis (BORREANI et al., 2018). Por isso, a estabilidade aeróbica da silagem é fundamental para garantir a qualidade nutricional e impedir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que causam deterioração do material e perdas de MS (WILKINSON e DAVIES, 2013).

As análises bromatológicas feitas nesse momento têm grande importância pois influenciam diretamente na formulação correta das dietas dos animais. Em um estudo feito por St. Pierre e Weiss (2015), avaliando a variação na composição dos alimentos em fazendas

leiteiras, eles concluíram que a variação na composição das silagens entre as fazendas foi extremamente alta, em relação a alimentos secos, como milho e farelo de soja, que apresentaram pouca variação. Por esse motivo devem ser coletadas várias amostras conforme o silo for sendo desabastecido e a silagem for sendo ofertada aos animais.

As amostragens devem ser feitas, sempre após a retirada da silagem diária, em diversos pontos da face do silo, evitando-se as bordaduras, material apodrecido, escuro ou contaminado. As amostras coletadas devem ser misturadas, homogeneizadas e, através do método de quarteamento, é retirada a amostra para envio ao laboratório. Como a silagem de milho é um alimento muito instável, esse transporte deve ocorrer o mais rápido possível. Bernardes (2017) recomenda o congelamento da amostra e transporte em caixa térmica, a fim de manter as características químicas e microbiológicas do material e obter resultados confiáveis nas análises.

A partir dos resultados laboratoriais, é possível formular a dieta dos animais, otimizando o custo e o desempenho, de acordo com a composição dos insumos disponíveis. Também é possível diagnosticar os erros cometidos na confecção dos alimentos conservados, e corrigi-los para as próximas safras.

4 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo sobre como a maturidade fisiológica da planta influencia na composição e valor nutricional da silagem de milho planta inteira, a partir de um banco de dados contendo resultados de análises por NIRS, cedidas pelo laboratório 3RLAB, durante o período do estágio. No total, foram avaliadas 17.445 amostras no período entre janeiro a maio de 2021 e de 2022, e os principais parâmetros nutricionais analisados foram teor de MS, FDN, amido, dFDN30h, dAmido7h e uFDN240h. As análises estatísticas descritivas foram feitas através do procedimento PROC UNIVARIATE do software SAS. As correlações avaliadas foram: MS vs FDN; MS vs Amido; MS vs dAmido 7h; Amido vs. dAmido 7h; MS vs dFDN 30h; MS vs uFDN 240h.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras avaliadas apresentaram em média 37,26% de MS, com máximo de 60,19% e mínimo de 20,64%. As médias das concentrações de FDN e amido (%MS) foram de 44,06% e 28,58%, respectivamente. Esse baixo teor de amido, em relação ao valor de MS encontrado, pode ser explicado devido ao grande volume de dados analisados e pela alta variação entre valores máximos (40,55%) e mínimos (15,00%) das amostras. As digestibilidades da FDN e do amido foram de 53,69% (%FDN) e 74,28% (%amido), em média, respectivamente. E a fração indigestível da fibra (uFDN 240h) apresentou valor médio de 13,73% (%MS), conforme a tabela 1.

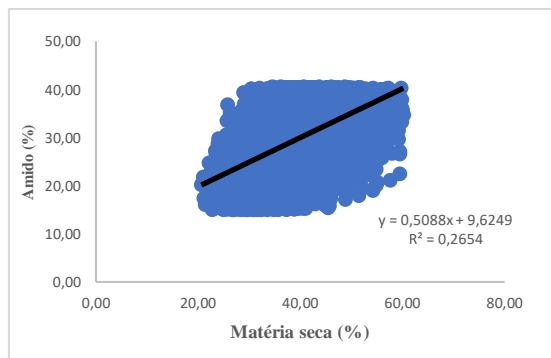
Tabela 1. Análise da composição química da silagem de milho planta inteira.

Variáveis	Média	Moda	Mín.	Máx.	Desvio Padrão
MS (%)	37,26	33,64	20,64	60,19	5,96
FDN (% MS)	44,06	43,56	30,40	55,55	4,55
Amido (% MS)	28,58	29,63	15,00	40,55	5,89
dAmido 7h (% Amido)	74,28	74,78	43,64	97,97	7,24
dFDN 30h (% FDN)	53,69	49,35	30,26	72,17	5,56
uFDN 240h (% MS)	13,73	12,67	4,01	28,92	2,77

Fonte: Da autora (2022)

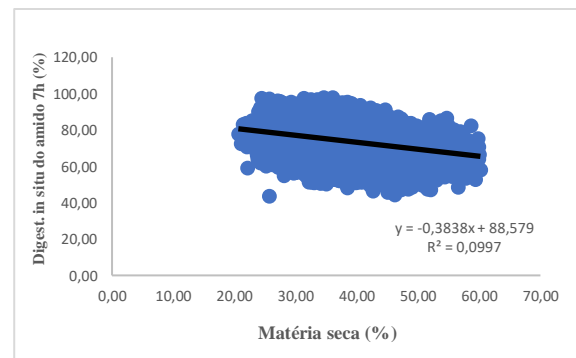
A silagem de milho planta inteira é composta, basicamente, pela parte vegetativa (colmo e folhas) e pela espiga (palha, grãos e sabugo) processados simultaneamente durante a colheita. A figura 5.1 descreve a relação positiva entre MS e teor de amido da silagem de milho, mostrando que à medida que a maturidade da planta avança, o teor de amido aumenta, proporcionalmente ($p < 0.0001$). Segundo Johnson et al. (1999), esse aumento ocorre devido a um maior acúmulo de MS nos grãos no decorrer do seu desenvolvimento.

Figura 5.1 – Relação entre MS e Amido



Fonte: Da autora (2022)

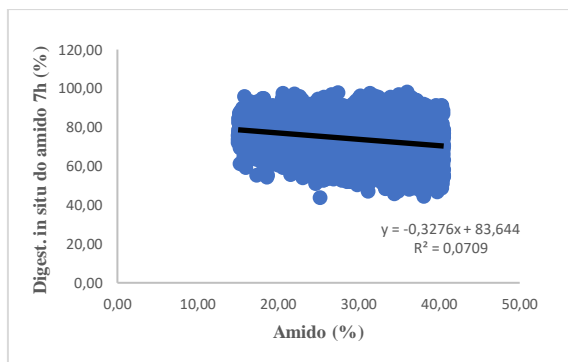
Figura 5.2 – Relação entre MS e dAmido 7h



Fonte: Da autora (2022)

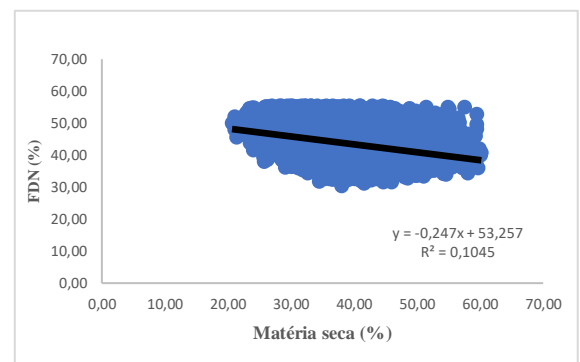
Embora o amido seja importante para aumentar a energia da silagem, há uma data ideal para sua colheita (LIMA et al., 2022). De acordo com as figuras 5.2 e 5.3, há uma relação negativa entre teor de MS e dAmido 7h ($p < 0.0001$) e também entre a concentração de amido e sua digestibilidade ($p < 0.0001$), respectivamente. Estes resultados podem ser explicados pelo aumento na vitreosidade adquirida pelo grão, conforme a maturidade da planta avança, de acordo com um estudo feito por Pereira et al. (2004). Nesse caso, o processamento do grão se torna mais difícil, assim como o acesso ao conteúdo amiláceo pelas enzimas e microrganismos do rúmen, dificultando a digestibilidade e disponibilidade de energia para o animal (JOHNSON et al., 1999). No entanto, quando a planta é colhida mais jovem, com menos de 35% MS, a digestibilidade aumenta, mas o rendimento de amido da silagem é prejudicado (OWENS, 2008). Como os principais objetivos da produção de silagem são alta produção e alto teor de energia, a digestibilidade dos grãos pode ser ajustada por medidas de manejo, como manter as facas das colhedoras afiadas ao longo da colheita e aumentar o tempo de estocagem, garantindo uma maior eficiência do processo fermentativo.

Figura 5.3 – Relação entre amido e dAmido7



Fonte: Da autora (2022)

Figura 5.4 – Relação entre MS e FDN



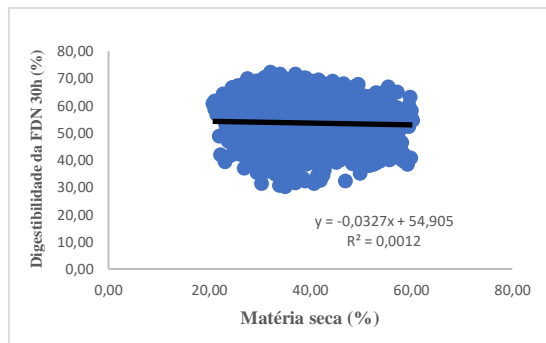
Fonte: Da autora (2022)

Conforme o resultado dos dados analisados neste trabalho, há uma relação negativa entre MS e FDN ($p < 0.0001$) na silagem de milho planta inteira (Figura 5.4). Se avaliarmos essa mesma relação nos capins, observamos claramente que há um aumento no teor de FDN conforme a maturidade avança. Mas, nesse caso, não há a presença de grãos. Há várias hipóteses e estudos para explicar essa relação. De acordo com Johnson et al. (1999), essa relação pode ser explicada pelo aumento na proporção de grãos em relação a fração fibrosa da planta, conforme a maturidade avança. Segundo um estudo feito por Zopollatto et al. (2009) o pico de produção da fibra ocorre no início do estágio reprodutivo da planta, onde as espigas

são formadas. Nesse momento, todos os nutrientes presentes na fração vegetativa da planta, são translocados para a espiga para o desenvolvimento e enchimento dos grãos. À medida que a maturidade avança, a planta acumula amido, e por diluição, seu teor de fibras é diminuído (PEREIRA et al., 2004).

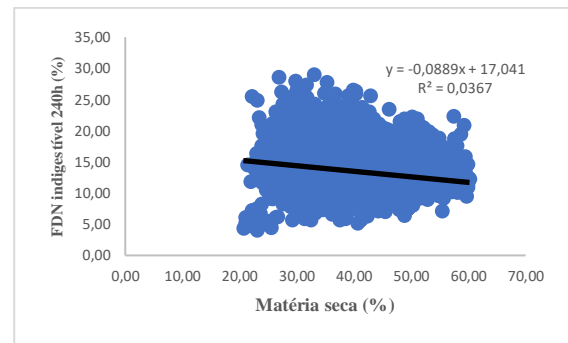
Alguns trabalhos (LIMA et al., 2022; JOHNSON et al., 1999; DE OLIVEIRA et al., 2017) relataram que o avanço na maturidade da planta no momento da colheita, prejudica a digestibilidade dos nutrientes, principalmente da fração fibrosa. No entanto, neste trabalho, os dados laboratoriais mostram que a digestibilidade da fibra não é reduzida pelo aumento na MS ($p < 0.0001$) (Figura 5.5). Assim como um aumento da uFDN 240h também não é evidenciado ($p < 0.0001$) (figura 5.6).

Figura 5.5 – Relação entre MS e dFDN30h



Fonte: Da autora (2022)

Figura 5.6 – Relação entre MS e uFDN240h



Fonte: Da autora (2022)

Na silagem de milho a fração granífera ocupa uma proporção digestível maior que a fração fibrosa. Segundo Owens (2008) o amido fornece mais da metade da energia digestível da silagem de milho planta inteira. Nesse caso, pode haver um efeito de diluição pelo aumento na concentração de amido ou omissão destes componentes presentes na silagem nas análises laboratoriais (OWENS, 2008; PEREIRA et al., 2004). Já que no campo a uFDN, resultante do aumento do processo de lignificação conforme a planta amadurece, pode ser presenciada através da piora no desempenho dos animais, causada pela diminuição do consumo.

6 CONCLUSÕES

O estágio supervisionado no laboratório 3RLAB foi de grande valia para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Conforme a planta amadurece os teores de amido aumentam, causando um efeito de substituição ou diluição nos teores de FDN, dFDN 30h e uFDN 240h da silagem. Com o aumento na concentração de amido nos grãos, maior será o efeito da vitreosidade e dureza.

7 REFERÊNCIAS

BERNARDES, T. F.; DO RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n.3, p. 1852–1861, 2014.

BERNARDES, T. F. **Composição química dos alimentos: saiba como amostrar a silagem**. MilkPoint, abril 2017. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/composicao-quimica-dos-alimentos-saiba-como-amostrar-a-silagem-105075n.aspx> Acesso em: 25 jul. de 2022

BERNARDES, T. F. **Qual é o ponto chave da colheita do milho para silagem?** MilkPoint, dez. 2018. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/qual-e-o-fator-chave-da-colheita-do-milho-para-silagem-211878/> Acesso em: 25 jul. de 2022

BERNARDES, T. F. et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, ed. 5, p.4001-4019, 2018.

BERNARDES, T. F.; CASTRO, T. Silages and roughage sources in the Brazilian beef feedlots. **Journal of Dairy Science**, v.97, p. 411, 2019, Suplemento 3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6898435/pdf/skz258.815.pdf>

BORREANI, G. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v101, ed.5, p.3952-3979, 2018

CARBONARE, M. S. D. **Processamento de grãos (KPS) da silagem de milho e aproveitamento do amido por vacas em lactação em fazendas comerciais. 2020**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

COSTA, L. T. et al. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1155-1162, 2011. ISSN 1806-9290.

DANIEL, J. L. P. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v.74, ed.2, p.188-200, 2019. Disponível em: <https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1111/gfs.12417> Acesso em: 20 Ago. de 2022

DE OLIVEIRA, I. L. et al. Nutritive value of corn silage from intensive dairy farms in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.6, p.494-501, 2017. ISSN 1806-9290.

DREWRY, J. L. et al. **Predicting kernel processing score of harvested and processed corn silage via image processing techniques**. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.160, p.144-152, 2019.

FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D.; LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science**, v.101, 2018.

HEINRICH, J.; JONES, C. M. **Penn state particle separator**. Pennstate Extension, Pensilvânia, 2016. Disponível em: <https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator> Acesso em 28 maio de 2022.

JOHNSON, L. et al. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, ed.12, p.2813-2825, 1999.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICH, A.J. A simple method for the analysis of particle size of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.922-928, 1996.

LIMA, L. M. et al. Factors determining yield and nutritive value of maize for silage under tropical conditions. **Gras and Forage Science**, p.1-15, 2022. Disponível em: <https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1111/gfs.12575> Acesso em: 22 ago. de 2022

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, ed.7, p.1463-1481, 1997.

MERTENS, D. R. **Particle size, fragmentation index, and effective fiber: Tools for evaluating the physical attributes of corn silages**. In. Proc. Four-State Dairy Nutr. & Mgmt. Conf., p.211-220. 2005.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1603-1613, 2007. ISSN 1806-9290.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. **importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho.** In. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. Anais ... Maringá: UEM/CCA/DZO, p. 127-145, 2001.

OWENS, F. **Corn silage: Facts, fantasies and the future.** In. Florida Ruminant Nutrition Symposium. Jan. 2008. Disponível em: <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/RNS/2008/Owens.pdf> Acesso em: 20 Ago. de 2022

PEREIRA, M. N. et al. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.358-363, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/HRhdY8Dh9wr7pcH49yqL6kf/?lang=en#> Acesso em: 25 ago. de 2022

ST-PIERRE, N. R.; WEISS, W. P. Partitioning variation in nutrient composition data of common feeds and mixed diets on commercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.98, ed.7, p.5004-5015, 2015

VILELA, H. H. et al. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008. ISSN 1806-9290.

ZOPOLLATTO, M. et al. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p. 452-461, 2009. ISSN 1806-9290. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300008> Acesso em: 25 ago. de 2022

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v.68, ed.1, p.1-19, 2013.