



**HULLAS MINENGUCE SCARDINI JÚNIOR**

**INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DOS GRÃOS EM  
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURIDADE NA  
DEGRADABILIDADE DA FDN EM PLANTA INTEIRA DE  
MILHO**

**LAVRAS – MG  
2023**

**HULLAS MINENGUCE SCARDINI JÚNIOR**

**INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DOS GRÃOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE  
MATURIDADE NA DEGRADABILIDADE DA FDN EM PLANTA INTEIRA DE  
MILHO**

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

Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

**HULLAS MINENGUCE SCARDINI JÚNIOR**

**INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DOS GRÃOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE  
MATURIDADE NA DEGRADABILIDADE DA FDN EM PLANTA INTEIRA DE  
MILHO**

**INFLUENCE OF THE PRESENCE OF GRAINS AT DIFFERENT STAGES OF  
MATURITY ON THE DEGRADABILITY OF NDF IN WHOLE CORN PLANT**

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

APROVADO em 24 de novembro de 2023

Dr. Prof. Thiago Fernandes Bernardes UFLA

Dra. Jessica Oliveira Gusmão UFLA

Msc. Natália Nunes de Melo UFLA

Dr. Prof. Thiago Fernandes Bernardes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por abençoar e guiar o meu caminho. Aos meus pais, pelos valores e ensinamentos que moldaram meu caráter e me fizeram chegar até aqui. A meus irmãos no qual tenho muito orgulho e a toda minha família.

A meu orientador Thiago Bernardes, a quem tenho grande admiração pessoal e profissional. Foram cinco anos sob sua orientação em que vivi muitas experiências e aprendizados que levarei comigo. Em especial ao NEFOR e o Grupo da Conservação, onde me proporcionaram um grande desenvolvimento pessoal e a conhecer profissionais excepcionais.

Aos meus amigos e companheiros da gloriosa república Tipo1Bar, onde foi minha morada desde quando me mudei pra Lavras. Construí amizades e encontrei pessoas extraordinárias que se tornaram minha família em Minas Gerais.

A todos meus amigos da agronomia, zootecnia e de outros cursos que me acompanharam, me ajudaram e estavam junto comigo nessa caminhada!

## RESUMO

A silagem de planta inteira de milho é um dos alimentos mais importantes e estudados na dieta de ruminantes. Os ruminantes são reconhecidos por sua alta capacidade de degradar a porção fibrosa da planta no rúmen, resultando no aumento do valor nutritivo do alimento. Entretanto, características como diferença de híbridos, maturidade e presença dos grãos, podem influenciar na real digestão da fibra desse alimento. O objetivo deste estudo foi de avaliar a degradabilidade da FDN entre dois híbridos de milho, colhidos em três diferentes maturidades, com ou sem a presença dos grãos. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras ao longo de dois anos consecutivos. O delineamento experimental foi em DBC em esquema fatorial 2 x 2 x 3 (dois híbridos = LG6038PRO e 2B688PW; com ou sem a presença de grãos; três maturidades = 30, 35 e 40% de matéria seca), com três repetições. As variáveis produtividade de grãos, componentes da planta e degradabilidade da FDN foram analisadas em cada ano de realização do experimento. Para a produtividade de grãos, as plantas foram colhidas a 25cm do solo em três metros lineares e mensurado o espaçamento entre linha e o número de plantas/m linear. As plantas de cada linha foram agrupadas e pesadas para estimar a produção fresca total e a população de plantas/ha. As plantas foram divididas em folhas, colmo e espiga. Em seguida, as espigas foram divididas em palha, sabugo e grãos, para determinar a proporção de cada componente. Todos os componentes e forragem picada foram divididos em duas subamostras. A primeira subamostra foi seca a 55°C por 72h em estufa de ar forçado para avaliação do teor de MS, e a segunda subamostra foi congelada. O teor de MS de cada componente foi utilizado para estimar a produtividade de MS da planta inteira, da porção fibrosa (colmo, folhas, palha e espiga), produção de espigas e de grãos. Para análise da degradabilidade, foram utilizadas duas vacas Nelore canuladas, não-lactantes, alimentadas com silagem de planta inteira de milho, grão seco de milho moído, DDG, ureia e mistura mineral, duas vezes por dia, durante 15 dias anterior à incubação. A planta inteira de milho foi seca a 55°C por 72 horas, moída (2 mm), pesada (5,000 g) e transferida para sacos de tecido Failite (porosidade 50 µm) de dimensões 10 x 20 cm para posterior incubação. Um saco sem amostra (branco) foi adicionado na incubação. A incubação foi realizada 2 horas após o fornecimento do primeiro trato dos animais e incubada por 24 horas. Os sacos foram imersos em água morna (35 °C) por 30 segundos antes de serem incubados para não influenciarem na temperatura ideal para o desenvolvimento da microbiota ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram retirados e colocados em caixa térmica contendo água fria e gelo por 15 minutos para finalizar a fermentação. Os sacos incubados foram lavados em máquina de lavar (3 ciclos), secos em estufa a 55 °C por 48 horas e pesados. A amostra remanescente foi moída a 1 mm para posterior análise de determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN). A presença dos grãos na planta inteira de milho impacta significativamente na degradabilidade da FDN com o avanço da maturidade da colheita. Os híbridos LG6036 e 2B688 tiveram alta produtividade e diminuíram a concentração de FDN quando colhidos em estágio avançado de maturidade, devido à elevada concentração de amido na planta inteira de milho.

**Palavras-chave:** Cultura do milho; Degradabilidade ruminal; Fibra em detergente neutro; Incubação

## ABSTRACT

Whole-plant corn silage is one of the most important and studied foods in the ruminant diet. Ruminants are recognized for their high capacity to degrade the fibrous portion of the plant in the rumen, resulting in an increase in the nutritional value of the food. However, characteristics such as differences in hybrids, maturity and presence of grains can influence the actual digestion of the fiber in this food. The objective of this study was to evaluate the degradability of NDF between two corn hybrids, harvested at three different maturities, with or without the presence of grains. The experiment was conducted at the Federal University of Lavras over two consecutive years. The experimental design was in DBC in a 2 x 2 x 3 factorial scheme (two hybrids = LG6038PRO and 2B688PW; with or without the presence of grains; three maturities = 30, 35 and 40% dry matter), with three replications. The variables grain productivity, plant components and NDF degradability were analyzed in each year of the experiment. For grain productivity, the plants were harvested 25cm from the ground in three linear meters and the spacing between rows and the number of plants/linear m were measured. Plants from each line were grouped and weighed to estimate total fresh production and plant population/ha. The plants were divided into leaves, stem and ear. Then, the ears were divided into straw, cob and grains, to determine the proportion of each component. All components and chopped forage were divided into two subsamples. The first subsample was dried at 55°C for 72h in a forced air oven to evaluate the DM content, and the second subsample was frozen. The DM content of each component was used to estimate the DM productivity of the entire plant, the fibrous portion (stem, leaves, straw and cob), ear and grain production. For degradability analysis, two cannulated, non-lactating Nelore cows were used, fed with whole plant corn silage, dry ground corn grain, DDG, urea and mineral mixture, twice a day, for 15 days prior to incubation. The entire corn plant was dried at 55°C for 72 hours, ground (2 mm), weighed (5,000 g) and transferred to Failte fabric bags (porosity 50 µm) measuring 10 x 20 cm for subsequent incubation. A bag without sample (white) was added to the incubation. Incubation was carried out 2 hours after providing the animals with their first treat and incubated for 24 hours. The bags were immersed in warm water (35 °C) for 30 seconds before being incubated so as not to influence the ideal temperature for the development of the rumen microbiota. After the incubation time, the bags were removed and placed in a thermal box containing cold water and ice for 15 minutes to finish fermentation. The incubated bags were washed in a washing machine (3 cycles), dried in an oven at 55 °C for 48 hours and weighed. The remaining sample was ground to 1 mm for subsequent analysis to determine the neutral detergent fiber (NDF) content. The presence of grains in the entire corn plant significantly impacts the NDF degradability as the harvest matures. Hybrids LG6036 and 2B688 had high productivity and reduced NDF concentration when harvested at an advanced stage of maturity, due to the high concentration of starch in the entire corn plant.

**Keywords:** Corn culture; Rumens degradability; Fiber in neutral detergent; Incubation

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
2.1 – O milho no cenário mundial.....	9
2.2 – Características dos híbridos de milho brasileiro.....	9
2.3 – Aspectos nutritivos dos híbridos de milho .....	10
<b>3 – MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 – Plantio e distribuição dos tratamentos.....	11
3.2 – Preparo de amostras e análises químicas.....	13
3.3 – Análise estatística.....	13
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>5 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

A composição da planta de milho varia ao longo de seu ciclo de crescimento, apresentando diferentes estádios de maturidade, cada um com características específicas. A presença dos grãos, um componente fundamental na planta de milho, acrescenta complexidade à dinâmica nutricional, uma vez que os grãos são ricos em amido, enquanto outras partes da planta, como colmo e folhas, contribuem para a fração fibrosa, representada principalmente pela FDN. A compreensão de como a presença dos grãos interage com a maturidade da planta e influencia a degradabilidade da FDN é crucial para otimizar o manejo da cultura do milho na produção de silagem. Essa interação pode ter implicações diretas na eficiência alimentar dos ruminantes, uma vez que a degradabilidade da FDN está intimamente relacionada à digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes contidos na planta.

No Brasil, a planta de milho tem sido reportada como a principal cultura utilizada nos mais diversos sistemas de produção animal (BERNARDES, RÊGO; 2014; FERRARETTO et al., 2018). Estudo realizado por Silvestre e Millen (2021) revelou que 69,4% dos nutricionistas utilizam o milho como silagem de planta inteira em dietas destinadas a bovinos de corte durante a fase de terminação.

A planta de milho apresenta características desejáveis no momento da colheita como: alto rendimento por hectare, a elevada concentração de matéria seca e carboidratos solúveis para ensilagem, bem como sua contribuição como fonte de energia na alimentação animal, são parâmetros que impulsionam a utilização do milho para a produção de silagem (Allen et al., 2003). Além de ser uma cultura agrícola extremamente versátil, com inúmeras aplicações que vão desde a alimentação humana e animal até a produção de biocombustíveis e insumos farmacêuticos. Sua adaptabilidade a diversas condições climáticas e tipos de solo o torna uma das culturas mais cultivadas globalmente.

A produção de milho no Brasil prioriza os híbridos com endosperma vítreo, atendendo à demanda predominante no mercado de suínos e aves, representando 42% do consumo total, em contrapartida, a produção direcionada para a bovinocultura foi de apenas 4,2% (Abimilho, 2019). As empresas de sementes e geneticistas concentram seus esforços na maior fatia do mercado, que corresponde a 34% do consumo e exportação, relegando a melhoria do milho voltado para a bovinocultura. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de novos híbridos são fundamentais para melhorar a eficiência e a sustentabilidade de toda cadeia agropecuária brasileira.



Conforme avaliado por (Pinho et al. 2011), o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da planta de milho diminui à medida que a maturidade avança devido à diluição causada pelo acúmulo de amido. Quando o acúmulo de amido é menos acentuado, pode haver um aumento no teor de FDN à medida que as plantas amadurecem. De modo geral, informações referentes ao comportamento da FDN ao longo da maturidade da planta, bem como os possíveis efeitos da presença dos grãos sobre esse nutriente e o seu valor nutritivo não estão completamente esclarecidos na literatura. A diferença nas tendências de acumulação de FDN pode ser explicada pela variedade de estádios de maturidade em que as plantas são colhidas. Portanto, o objetivo deste estudo foi de: (I) avaliar a produtividade de dois híbridos de milho; (II) composição morfológica da planta nos diferentes estádios de maturação e; (III) avaliar a degradabilidade da FDN entre dois híbridos de milho, colhidos em três diferentes maturidades, com ou sem a presença dos grãos no momento da colheita.

## **2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – O milho no cenário mundial**

O milho (*Zea mays*) é uma planta de grande importância na agricultura global, conhecida por sua produtividade e versatilidade. Suas características incluem folhas lanceoladas, colmo alto e espiga contendo grãos de milho. Esses grãos são fontes de energia para alimentação de humanos e de animais, sendo utilizados na produção de alimentos, ração animal e biocombustíveis, como etanol (Elobeid e Tokgoz, 2007). O milho desempenha um papel importante na segurança alimentar e na economia global, contribuindo para a subsistência de muitas comunidades e impulsionando a indústria agrícola (Shiferaw et al., 2011).

### **2.2 – Características dos híbridos de milho brasileiro**

O milho é a cultura de referência para ensilagem, devido à sua tradição no cultivo, alto rendimento e valor nutricional. Além disso, a ênfase na utilização de híbridos mais produtivos e adaptados às condições locais contribui para o aumento da produção de massa dessa cultura. Embora tenha havido esforços para melhorar a digestibilidade, focando em cultivares com maior quantidade de grãos na massa (Cox et al., 1994; Lauers, 2001), houve historicamente menos atenção dada à melhoria da qualidade da forragem (Lauers et al., 2001; Ferrari Jr. Et al., 2005; Jaremtchuk et al., 2005).

Além dos aspectos agronômicos, a proporção das diferentes partes da planta também afeta a qualidade final da silagem (Almeida Filho et al., 1999; Rosa et al., 2004; Ferrari Jr. Et al., 2005; Mendes et al., 2006). O mercado oferece diversas variedades e híbridos de milho, com índices variados de produtividade e qualidade nutricional. No entanto, é importante levar em consideração a influência dos fatores ambientais e das práticas de manejo (Almeida Filho et al., 1999), que, em conjunto com o genótipo, influenciam o desenvolvimento da cultura. Portanto, o desempenho das mesmas variedades pode variar entre diferentes ambientes, tornando necessária uma avaliação da variabilidade regional, que considera fatores como clima e solo.

No mercado brasileiro, praticamente todos os híbridos são de endosperma vítreo, caracterizados por uma maior concentração de prolamina (Corrêa et al., 2002). Estratégias como o processamento e o período de armazenamento podem ser empregadas para melhorar a digestibilidade do amido. Durante a ensilagem, a digestibilidade do amido presente nos grãos pode sofrer variações (HOFFMAN et al., 2011; KUNG et al., 2018). A ação de bactérias e enzimas presentes no silo contribui para a quebra das prolaminas, que são as proteínas que envolvem o amido, permitindo uma maior exposição dos compostos e o acesso de microrganismos do rúmen, resultando em um aumento da digestibilidade e da disponibilidade de energia do amido (McALLISTER et al., 1993; JUNGES et al., 2017). Um período de armazenamento de pelo menos 60 dias tem sido indicado como apropriado para melhorar a digestibilidade do amido em silagens (KUNG et al., 2018; Da SILVA et al., 2019).

### **2.3 – Aspectos nutritivos dos híbridos de milho**

A silagem de planta inteira de milho é amplamente utilizada na indústria de laticínios em todo o mundo (Ferraretto et al., 2018). No Brasil, cerca de 57% dos confinamentos a utilizam nas dietas para a fase de terminação de bovinos de corte (Bernardes e Castro, 2019), sendo uma fonte importante de fibra fisicamente efetiva e energia para ambas as atividades pecuárias.

Embora seja um ingrediente comum em toda a cadeia de produção pecuária, a produção de silagem de milho é mais prevalente em dietas de rebanhos bovinos leiteiros do que nas dietas de bovinos de corte (Millen et al., 2009; Bernardes et al., 2018). Shaver e Kaiser (2011) relatam que em rebanhos leiteiros, a silagem de planta inteira de milho compõe entre 50% e 60% da dieta, enquanto para bovinos de corte no Brasil, a inclusão desse componente pode variar de até 20%, dependendo de vários fatores (Bernardes et al., 2019). Portanto, é evidente que

melhorar o valor nutricional da silagem de milho, por meio da seleção de melhores híbridos, poderia trazer benefícios significativos para produtores de leite e carne.

Didaticamente, pode-se dividir a planta de milho em duas partes. A parte que compreende os grãos, que são essenciais do ponto de vista energético, enquanto a segunda engloba a parte fibrosa, que inclui as frações palha, sabugo e, principalmente, folhas e colmos. Esses elementos não apenas afetam a produtividade, mas também a qualidade da fibra. Dentre os elementos da fibra em detergente neutro (FDN), a lignina, por ser indigestível no rúmen pode reduzir a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1965), e, conseqüentemente, com o consumo de matéria seca.

Conforme (Johnson et al., 1999; Ferraretto et al., 2018), a digestibilidade do amido em ruminantes pode ser afetada por diversos fatores, sendo a quebra dos grãos o mais relevante, uma vez que o endosperma do milho é envolto pelo pericarpo, que demonstra alta resistência à degradação enzimática e microbiana (McAllister et al., 1994). Portanto, é necessário que o pericarpo seja fragmentado para aumentar a acessibilidade do amido aos microrganismos ruminais (Saylor et al., 2021).

A qualidade nutricional do milho é profundamente influenciada pelo seu estágio de maturação. Conforme avança para a maturidade, componentes essenciais como amido, proteínas, minerais, fibras e antioxidantes variam significativamente. O teor e a qualidade desses nutrientes atingem seus pontos máximos em diferentes momentos de maturação. Isso não apenas afeta o valor nutricional, mas também a utilidade do milho em diferentes indústrias e seu potencial para alimentação humana e animal. Compreender essa dinâmica nutricional é crucial para determinar o melhor momento de colheita, maximizando a qualidade do produto final.

### **3 – MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 – Plantio e distribuição dos tratamentos**

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil (21°13'49" S, 44°58'10" W). O clima é classificado como subtropical úmido com inverno seco (Köppen-Geiger climate classification: Cwa; Sá Jr et al., 2012). Foram utilizados os híbridos comerciais LG6036 PRO e o 2B688 PW durante dois anos agrícolas (2018/2019 e 2019/2020). Nos dois anos, ambos os materiais foram semeados e colhidos entre outubro e março. Os híbridos de milho foram plantados em parcelas

experimentais (6 m de comprimento x 5 m de largura), em triplicata. Cada parcela foi composta por dez linha, representando uma densidade de 70.000 plantas por hectare espaçadas em 50 cm entre linha. As características do solo foram determinadas usando os métodos recomendados pela Embrapa (1997). Foram aplicados superfosfato simples, ureia, cloreto de potássio e micronutrientes como fertilizantes. A aplicação de pesticidas também foi realizada durante o crescimento vegetativo das plantas.

As seis fileiras centrais de cada parcela foram utilizadas para a avaliação das plantas (duas fileiras para cada nível de maturidade), enquanto os outros quatro foram considerados linhas de bordadura. Em cada parcela, foram cortadas manualmente três metros de plantas a 25 cm do solo quando atingiram aproximadamente 30, 35 e 40% de MS. As plantas de cada fileira foram agrupadas e pesadas em uma balança digital (IDH 2100; HOMIS BRASIL) e separadas para posteriores avaliações. O espaçamento entre linhas, número de plantas em 3 m e peso de planta foram utilizados para estimar produtividade total de matéria fresca e população de plantas por hectare. O conteúdo de MS de cada componente foi usado para estimar a produção de MS da planta inteira, produção fibrosa (folha, colmo, palha e sabugo), produção de espiga e produção de grãos (Cox et al., 1998). A população de plantas por hectare e de produtividade de matéria fresca total por hectare foi calculada de acordo com as seguintes equações:

$$População = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas coletadas em } 3 \text{ m} \times 20000 \text{ metros lineares}}{3m}$$

$$Produtividade = \frac{Peso \text{ das plantas coletadas em } 3m \times 20000 \text{ metros lineares}}{3m}$$

Em seguida, a primeira metade do total das plantas foram divididas em folhas (bainha foliar e lâmina), caule e espigas. As espigas foram divididas em sabugo, palha e grãos (Verbic et al., 1995), para determinar a proporção de cada componente. A segunda metade das plantas colhidas, todos os componentes da forragem foram picados e divididos em duas subamostras. A primeira subamostra foi secas a 55°C por 72h em estufa de ar forçado para avaliação do teor de MS e a segunda subamostra foi congelada em freezer a -20 °C. Posteriormente foi realizado a matéria seca a 105 °C para a correção da MS.

### 3.2 – Preparo de amostras e análises químicas

Para a análise da degradabilidade, duas vacas Nelore canuladas, não-lactantes, foram utilizadas. Durante um período de 15 dias antes e no dia da incubação, esses animais foram alimentados duas vezes por dia com uma dieta composta por silagem de planta inteira de milho (56,5%), grão seco de milho moído (11%), DDG (28,7%), ureia (0,8%) e mistura mineral (3%) com base na matéria seca.

A planta inteira de milho foi submetida a um processo de secagem a 55°C por 72 horas, moída com granulometria de 2 mm, pesada em quantidades de  $5.00 \pm 0,20$  g e transferida para sacos de tecido Failete com uma porosidade de 50  $\mu$ m e dimensões de 10 x 20 cm para a subsequente incubação conforme (Gusmão et al., 2021). Um saco vazio (branco) foi incluído no procedimento. A incubação foi iniciada 2 horas após a administração da primeira refeição aos animais e durou 24 horas. Os sacos contendo as amostras foram submetidos a um banho em água morna a 35°C durante 30 segundos antes da incubação.

Após o período de incubação, os sacos foram removidos e imersos em uma caixa térmica contendo água fria e gelo por 15 minutos para concluir o processo de fermentação. Em seguida, os sacos incubados foram lavados em uma máquina de lavar, passando por três ciclos de lavagem, secos em uma estufa a 55°C por 48 horas e, por fim, pesados. A amostra remanescente foi moída a 1 mm para determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN), a amostra foi tratada com  $\alpha$ -amilase termoestável, de acordo com (AOAC 2002.04). As análises de FDN foram feitas antes e depois da incubação das amostras.

### 3.3 – Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 x 2 (dois híbridos, três repetições, em dois anos agrícolas), totalizando 12 unidades experimentais. Os híbridos foram plantados em dois anos consecutivos (2018/2019 e 2019/2020). Os dados de produtividade e composição morfológica foram analisados como dados descritivos. O ano de plantio e os blocos foram considerados efeitos aleatórios. Os resultados de FDN e degradabilidade da FDN foram analisados utilizando o PROC MIXED do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute, 2001). As médias dos tratamentos foram estimadas pelo “LSMEANS” e a comparação foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + G_j + M_k + (H*G)_{ij} + (H*M)_{ik} + (G*M)_{jk} + (H*G*M)_{ijk} + e_{ijk}$$

Sendo,

$Y_{ijk}$  = valor da variável referente ao híbrido i, grão j, na maturidade k;

$\mu$  = média geral;

$H_i$  = efeito fixo do híbrido i, para i = LG6036 PRO, 2B688 PW;

$G_j$  = efeito fixo do grão j, para j = com, sem;

$M_j$  = efeito fixo da maturidade k, para k = 30, 35, 40%;

$(H*G)_{ij}$  = efeito fixo da interação entre híbrido i e grão j;

$(H*M)_{ik}$  = efeito fixo da interação entre híbrido i na maturidade k;

$(G*M)_{jk}$  = efeito fixo da interação entre grão i na maturidade k;

$(H*G*M)_{ijk}$  = efeito fixo da interação entre o híbrido i, grão j, na maturidade k;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ .

#### 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de matéria seca e produtividade estão descritas na Tabela 1. E os valores de significância de cada fator de estudo do presente trabalho estão demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 1** – Concentração de matéria seca (%) e produtividade (ton MS) de planta inteira de milho no momento da colheita em função do híbrido e da maturidade da cultura.

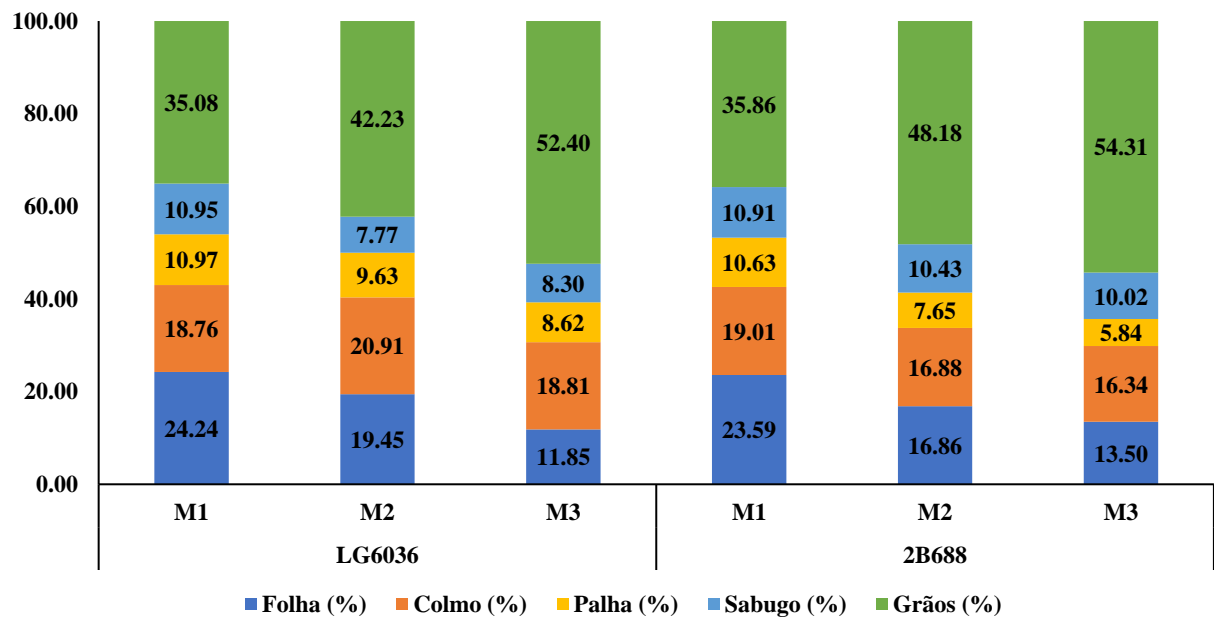
Híbrido	<sup>1</sup> M1	<sup>2</sup> M2	<sup>3</sup> M3
		<b>Matéria seca (%)</b>	
<b>LG6036</b>	32,23 ± 2,53	37,24 ± 0,62	44,58 ± 0,75
<b>2B688</b>	33,85 ± 0,92	38,50 ± 1,95	44,31 ± 1,21
		<b>Produtividade (ton MS/ha)</b>	
<b>LG6036</b>	20,31 ± 1,71	21,13 ± 1,29	23,56 ± 1,77
<b>2B688</b>	19,56 ± 1,28	20,33 ± 1,94	21,08 ± 2,80

<sup>1</sup>M1 = Maturidade 1 (30% MS); <sup>2</sup>M2 = Maturidade 2 (35% MS); <sup>3</sup>M3 = Maturidade 3 (40% MS).

**Tabela 2** – Valores de P de cada fator de estudo e suas respectivas interações.

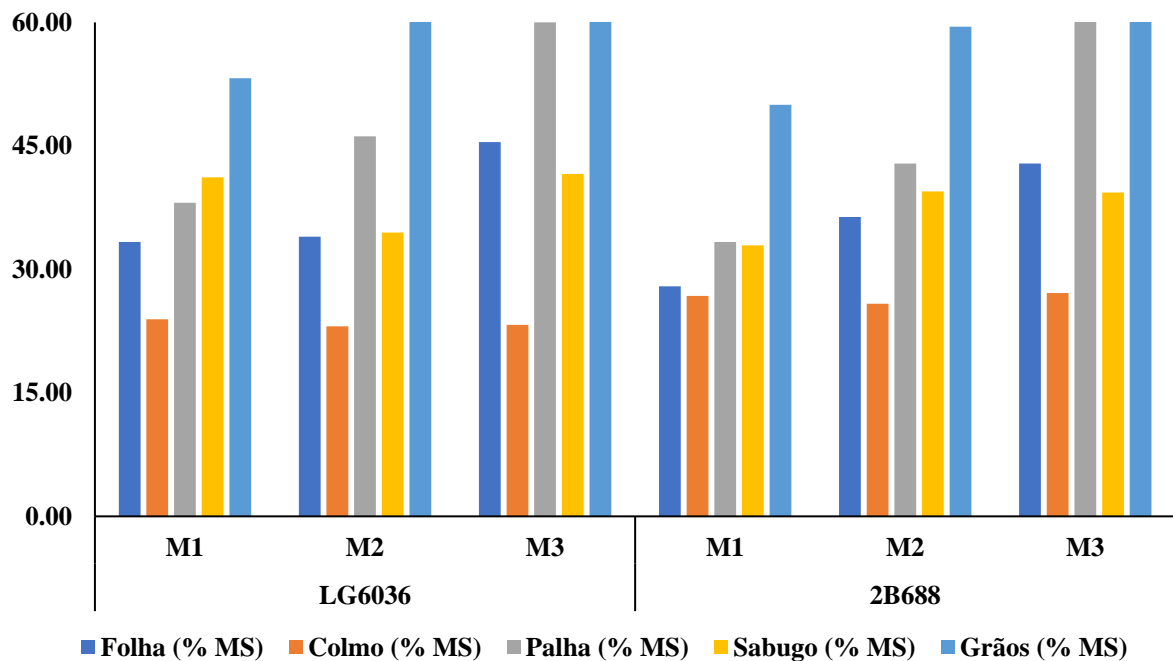
P-valor	FDN (%MS)	Degradabilidade de FDN (%MS)
Híbrido	< 0,001	< 0,001
Grão	0,023	< 0,001
Maturidade	0,900	< 0,001
Híbrido*Grão	0,168	0,997
Híbrido*Maturidade	0,037	0,413
Maturidade*Grão	0,911	0,013
Híbrido*Grão*Maturidade	0,030	0,014

**Figura 1** – Distribuição dos componentes de planta inteira de milho na matéria seca em função do híbrido e da maturidade da cultura no momento da colheita.



M1 = Maturidade 1 (30% MS); M2 = Maturidade 2 (35% MS); M3 = Maturidade 3 (40% MS).

**Figura 2** – Matéria seca de cada componente da planta inteira de milho em função do híbrido e da maturidade da cultura no momento da colheita.



M1 = Maturidade 1 (30% MS); M2 = Maturidade 2 (35% MS); M3 = Maturidade 3 (40% MS).

Em relação a distribuição dos componentes de planta inteira de milho, ambos os híbridos tiveram valores parecidos (Figura 1). Com o avanço da maturidade fisiológica da planta, a proporção de grãos na matéria seca aumentou de 35,08 e 35,86% na Maturidade 1 para 52,4 e 54,31% na Maturidade 3 nos híbridos LG6036 e 2B688, respectivamente. Fato que pode ser explicado também pelo Figura 2, em que a matéria seca dos grãos aumenta de 53,22 e 50% para 66,30 e 66,11% para os mesmos híbridos e o mesmo momento de colheita respectivamente. O aumento na participação dos grãos na planta de milho com o avanço da maturidade está relacionado ao ciclo de desenvolvimento da planta. Durante a fase reprodutiva, a planta direciona recursos para as espigas, promovendo o crescimento e acumulação de reservas nos grãos, como amido e proteínas. Esse fenômeno é uma estratégia adaptativa para garantir a reprodução e a disseminação bem-sucedida de sementes.

O comportamento do componente sabugo foi numericamente diferente entre os híbridos, enquanto o híbrido LG6036 reduziu um pouco a participação de sabugo com o avanço da maturidade (de 10,95% na M1 para 8,30% na M3) o 2B688 manteve a participação do mesmo na planta como um todo, permanecendo em uma faixa próxima a 10% nas três maturidades avaliadas.

A palha de maneira geral, reduziu sua participação na composição da planta inteira com o avanço da maturidade nos dois híbridos estudados. Um ponto importante a se observar é que a matéria seca desse componente aumentou com o avanço da maturidade em ambos os híbridos (Figura 2). Para o híbrido LG6036 o aumento no teor de matéria seca de 38,10% na M1 para 60% na M3 foi observado, semelhante ao ocorrido com o híbrido LB688, em que aumentou de 33,33% para 68,75% no mesmo período avaliado.

O colmo foi um componente em que manteve seu teor de matéria seca mesmo com o avanço da maturidade em ambos os híbridos. Ficando próximo de 23% para o híbrido LG6036 e em torno de 26% para o híbrido 2B688 (Figura 2). A participação desse componente foi reduzida com o avanço da maturidade, no híbrido LG6036 ocorreu um aumento quando comparado a M1 para M2, o que pode ser explicado por uma menor participação dos grãos nesse estágio de desenvolvimento quando comparado com seu par estudado, porém a participação desse componente voltou a reduzir na M3. O híbrido 2B688 teve um decréscimo linear da participação desse componente em sua participação como um todo na planta.

A participação das folhas em ambos os híbridos teve uma redução na composição da planta com o avanço da maturidade, saindo de 24,24 e 23,59% na M1 para 11,85 e 13,50% na



M3 para os híbridos LG6036 e 2B688 respectivamente conforme o Figura 1. Com o progresso da maturidade, a matéria seca desse componente aumentou de 33,33 e 27,94% na M1 para 45,45 e 42,86% na M3 para os híbridos LG6036 e 2B688 respectivamente conforme o Figura 2.

De maneira geral, os híbridos foram em relação ao comportamento morfológico no avanço da maturidade, distribuição dos componentes na planta inteira e produtividade. Materiais que entregam acima de 23 t de MS por hectare tem boa aceitabilidade entre os produtores de milho, principalmente quando destinado para silagens.

Os resultados referentes à concentração de FDN estão descritos na Tabela 3. Houve uma interação ( $P = 0,030$ ) entre os fatores híbrido x grão x maturidade no teor de FDN (Tabela 3). O híbrido de milho LG6036 colhido com 40% MS (maturidade 3), com presença de grãos na planta, teve menor concentração de FDN em comparação ao mesmo híbrido, na mesma maturidade, mas sem a presença de grãos (Tabela 3). Um aumento de 8,57% na concentração de FDN pôde ser observada quando os grãos foram retirados da planta inteira.

**Tabela 3** – Concentração de FDN (%MS) em função do tipo de híbrido e a presença ou não de grãos em diferentes maturidades no momento da colheita.

Híbrido	Grão <sup>2</sup>	FDN (%MS) <sup>1</sup>		
		M1	M2	M3
LG6036	CG	47,67 Ab¥	45,50 Bb	43,84 Bb
	SG	57,33 Ba	61,75 Aa	60,87 Aa
2B688	CG	51,01 Ab€	46,26 Bb	43,92 Cb
	SG	55,94 Ba	60,11 Aa	61,03 Aa

Letras minúsculas e letras maiúsculas iguais seguidas na mesma coluna e na mesma linha, respectivamente, não diferem entre si. Símbolos diferentes na mesma coluna, comparando os híbridos, diferem entre si ( $P > 0,05$ ). <sup>1</sup>M1 = Maturidade 1 (30%); M2 = Maturidade 2 (35%); M3 = Maturidade 3 (40%). <sup>2</sup>CG = Com grão; SG = Sem grão.

A alteração na concentração de FDN na planta de milho em relação à presença ou não dos grãos pode ser atribuída a diversos fatores como: estágio fenológico, genética da planta, condições climáticas, presença dos grãos, fertilidade e manejo do solo e incidência de pragas e doenças. Quando os grãos estão presentes, há um acúmulo significativo de amido na planta, especialmente à medida que a maturidade avança. Esse acúmulo de amido pode diluir a concentração de FDN, levando a uma diminuição aparente nos teores dessa fibra (Pinho et al. 2011).

O híbrido de milho LG6036 colhido na maturidade 1, com presença de grãos na planta, teve a maior concentração de FDN em comparação à colheita na maturidade 2 e 3 (Tabela 3).

Essa diferença pode ser justificada pelo crescente acúmulo do grão na planta com o avanço da maturidade (Figura 1). Em relação ao mesmo híbrido, sem a presença dos grãos, a maior concentração de FDN foram observadas na maturidade 2 e 3. Resultando em um aumento do teor de FDN com o avanço da maturidade. Ainda sobre esse híbrido, nas três maturidades de colheita (M1, M2 e M3), foram observados valores de FDN maior quando não havia a presença dos grãos.

O híbrido de milho 2B688 colhido na maturidade 1, com presença de grãos na planta, teve a maior concentração de FDN em comparação à colheita na maturidade 2. Assim como o teor de FDN na maturidade 2 foi maior que na maturidade 3 (Tabela 3). Essa diferença pode ser justificada pelo crescente acúmulo do grão na planta com o avanço da maturidade (Figura 1). Em relação ao mesmo híbrido, sem a presença dos grãos, a maior concentração de FDN foram observadas na maturidade 2 e 3. Resultando em um aumento do teor de FDN com o avanço da maturidade. Ainda sobre esse híbrido, nas três maturidades de colheita (M1, M2 e M3), foram observados valores de FDN maior quando não havia a presença dos grãos.

Quando comparados os dois híbridos LG6036 e 2B688, com a presença dos grãos na maturidade 1, há uma diferença de 6,54% no teor de FDN (Tabela 3). Mesmo que a disposição dos componentes da planta está bem parecida nessa maturidade (Figura 1), o teor de MS nos grãos está diferente (53,33 x 50,00%) para os híbridos LG6036 e 2B688 respectivamente (Figura 2). Justificando um maior acúmulo de amido e uma diluição do teor de FDN quando comparados.

**Tabela 4** – Degradabilidade da FDN (%MS) em função do tipo de híbrido e a presença ou não de grãos dentro de cada maturidade

Híbrido	Grão <sup>2</sup>	Degradabilidade da FDN (%MS) <sup>1</sup>		
		M1	M2	M3
LG6036	CG	30,80 Aa¥	26,57 Ba¥	24,62 Ba
	SG	31,55 Aa¥	26,84 Ba¥	19,90 Cb
2B688	CG	28,18 Aa€	24,40 Ba€	23,11 Ba
	SG	28,97 Aa€	23,26 Ba€	20,74 Cb

Letras minúsculas e letras maiúsculas iguais seguidas na mesma coluna e na mesma linha, respectivamente, não diferem entre si. Símbolos diferentes na mesma coluna, comparando os híbridos, diferem entre si ( $P > 0,05$ ). M1 = Maturidade 1 (30%); M2 = Maturidade 2 (35%); M3 = Maturidade 3 (40%). CG = Com grão; SG = Sem grão.

A variação na concentração de FDN entre diferentes híbridos de milho pode ser atribuída a diversas características genéticas e fisiológicas específicas de cada variedade. Cada híbrido de milho possui uma composição genética única, influenciando diretamente os perfis

de nutrientes, incluindo a concentração de FDN. Variações nos genes relacionados à síntese de fibras e amido podem resultar em diferenças nas características da planta. Assim como práticas de manejo, como irrigação, fertilização e controle de pragas, também desempenham um papel importante na determinação da composição da planta. Manejos específicos podem influenciar a quantidade e qualidade das fibras presentes.

Os resultados referentes à degradabilidade da FDN estão descritos na Tabela 4. Houve uma interação ( $P = 0,014$ ) entre os fatores híbrido x grão x maturidade no teor de FDN (Tabela 4).

A degradabilidade da FDN do híbrido LG6036, com a presença de grãos, foi maior nas plantas colhidas a 30% MS (maturidade 1) em comparação àquelas colhidas a 35 e 40% MS (maturidades 2 e 3, respectivamente) que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 4). De forma similar, a degradabilidade da FDN do mesmo híbrido sem a presença dos grãos também foi maior nas plantas colhidas a 30% MS em comparação às demais maturidades (Tabela 4). O mesmo híbrido, por sua vez, quando colhido com 35% MS, apresentou degradabilidade da FDN maior que as plantas colhidas com 40% MS (Tabela 4). Os grãos também afetaram a degradabilidade da FDN, onde ela foi maior para o híbrido LG6036 colhido com 40% MS com a presença dos grãos, em comparação ao mesmo híbrido, na mesma maturidade, sem a presença de grãos (Tabela 4).

Os resultados de degradabilidade da FDN tiveram comportamento parecido para o híbrido 2B688. A degradabilidade da FDN do híbrido 2B688, com a presença de grãos, foi maior nas plantas colhidas a 30% MS (maturidade 1) em comparação àquelas colhidas a 35 e 40% MS (maturidades 2 e 3, respectivamente) que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 4). A degradabilidade da FDN do mesmo híbrido sem a presença dos grãos também foi maior nas plantas colhidas a 30% MS em comparação às demais maturidades (Tabela 4). O mesmo híbrido, por sua vez, quando colhido com 35% MS, apresentou degradabilidade da FDN maior que as plantas colhidas com 40% MS (Tabela 4). Os grãos também afetaram a degradabilidade da FDN, onde ela foi maior para o híbrido 2B688 colhido com 40% MS com a presença dos grãos, em comparação ao mesmo híbrido, na mesma maturidade, sem a presença de grãos (Tabela 4).

É importante notar que a degradabilidade da FDN reduz drasticamente da maturidade 2 (35% de MS) para maturidade 3 (40% de MS) quando os grãos não estão presentes, ocorrendo uma queda de 25,85 e 10,83% para os híbridos LG6036 e 2B688 respectivamente. Quando se observa na presença dos grãos, há uma redução de apenas 7,33 e 5,28% no mesmo intervalo e os mesmos híbridos respectivamente.

O estágio de maturidade da planta de milho impacta a degradabilidade da FDN devido às mudanças na composição e na estrutura das fibras vegetais. Plantas em maturidades avançadas geralmente apresentam maior teor de FDN, composta por celulose, hemicelulose e lignina, tornando essas fibras mais resistentes à degradação microbiana no trato digestivo dos animais. Além disso, a presença dos grãos na planta de milho pode influenciar significativamente a composição da FDN. Em estádios mais avançados de maturidade, onde ocorre maior acúmulo de amido nos grãos, pode haver uma manutenção ou até mesmo uma redução nos teores de FDN, devido à diluição causada por esse componente. Assim, a interação entre o estágio de maturidade e a presença dos grãos na planta de milho desempenha um papel crucial na composição e degradabilidade da FDN, impactando a eficiência da digestão no trato gastrointestinal dos animais.

O híbrido de milho LG6036 colhido com 30 e 35% MS, com e sem a presença de grãos na planta, tiveram maior degradabilidade da FDN em comparação ao híbrido 2B688 (Tabela 4). Não houve diferença na degradabilidade da FDN entre os híbridos colhidos com 40% MS, com ou sem a presença de grãos.

O híbrido LG6036 teve uma maior degradabilidade da FDN nas Maturidade 1 e 2 comparado ao 2B688, o que pode ser explicado por uma maior participação das folhas nesses estádios de desenvolvimento. Essa diferença foi de 24,24 x 23,59% na M1 e 19,45 x 16,86% na M2 para os híbridos LG6036 e 2B688, respectivamente. Nesses estádios de desenvolvimento a planta de milho ainda não atingiu seu potencial máximo de acúmulo de amido no grão. Portanto, as folhas assumem um papel importante na degradabilidade da FDN, visto que folhas mais novas geralmente têm uma composição celular diferente em comparação com folhas mais maduras. A composição de parede celular, que inclui componentes como celulose, hemicelulose e lignina, pode variar ao longo do ciclo de vida da planta. Em folhas mais novas, a proporção de compostos mais facilmente degradáveis, como hemicelulose, pode ser maior, tornando essas folhas mais propensas à degradação microbiana no trato digestivo dos animais.

## **5 – CONCLUSÃO**

Os híbridos LG6036 e 2B688 mostraram que a presença dos grãos na planta inteira de milho interfere significativamente na degradabilidade da FDN com o avanço da maturidade de colheita. Esses materiais mostraram um alto potencial produtivo em relação a grãos nas três maturidades avaliadas. Com o avanço da maturidade um para maturidade três, esses híbridos conseguiram reduzir a concentração de FDN mesmo perdendo qualidade da fibra (aumento do teor de FDN quando não havia a presença dos grãos). Podendo ser justificado pela alta concentração de amido na planta inteira de milho.

## REFERÊNCIAS

- Allen M. S.; Coors J. G. e Roth G. W. 2003. Corn Silage. In: Buxton B. R., Muck R. E., Harrison J. H. (Eds). *Silage science and technology*. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy. 547 – 608.
- Ferraretto, L. F., Shaver, R. D., & Luck, B. D. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of dairy science*, 101(5), 3937-3951
- Bernardes, T. F., Rêgo, A. C.; Casagrande, D. R.; Lara, M. A. S.; Lima, L.M.; Silva, N. A. Production and use of silage on dairy farms in three mesoregions of the state of Minas Gerais. *Journal of Agricultural Sciences*, v. 56, no. 02, p. 133-138, 2013
- Silvestre, A. M. E Millen, D. D. 2021. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia* 50:e20200189.
- Allen, Ms; Coors, Jg; Roth, Gw Corn Silage. In: BUXTON, DR; MUCK, RE; HARISSON, JH (Eds.) *Silage Science and technology*. Madison: American Agricultural Society; Agricultural Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.547-608.
- ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias do Milho, 2019. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/>> Acesso em 19 Novembro, 2019.
- Wilson, J. R., B. Deinum, And F. M. Engels. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Neth. J. Agric. Sci.* 39:3–48.
- Moore, K. J., And H. J. G. Jung. 2001. Lignin and fiber digestion. *J. Range Manage.* 54:420–430.
- Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 59:37–49.
- Buxton, D. R., And S. L. Fales. 1994. Plant environment and quality. Pages 155–199 in *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. G. C. Fahey Jr., M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- De Oliveira, I. L., L. M. Lima, D. R. Casagrande, M. A. S. Lara, And T. F. Bernardes. 2017. Nutritive value of corn silage from intensive dairy farms in Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 46:494–501.

- Hayes, Dermot James, Et Al. The long-run impact of corn-based ethanol on the grain, oilseed, and livestock sectors with implications for biotech crops. 2007.
- Shiferaw, Bekele, et al. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges regarding the role of corn in global food security. *Food Security*, 2011, 3: 307-327.
- Shiferaw, Bekele, et al. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food security*, 2011, 3: 307-327.
- Cox, William J., et al. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agronomy Journal*, 1994, 86.2: 277-282.
- Lauer, J. G.; Coors, J. G.; Flannery, P. J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Science*, 2001, 41.5: 1449-1455.
- Possenti, Rosana Aparecida, et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, 2005, 35: 1185-1189.
- Jaremtchuk, Ana Regina, et al. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 2005, 27.2: 181-188.
- Almeida Filho, Sebastião Luiz De, et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1999, 28: 7-13.
- Rosa, J.R.P.; Silva, J.H.S.; Restle, J. et al. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.302-312, 2004.
- Mendes, M.C.; Von Pinho, R.G.; Lima, T.G. et al. Associação entre características e desempenho de híbridos de milho para produção de forragem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABMS, 2006. p.203.
- Ferrari Jr., E.; Possenti, R.A.; Lima, M.L. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. *Boletim de Indústria Animal*, v.62, n.1, p.19-27, 2005.
- Gomes, M.S.; Von Pinho, R.G.; Ramalho, M.A.P. et al. Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.9, p.879-885, 2004.

- Almeida Filho, S.L.; Fonseca, D.M.; Garcia, R. et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.1, p.7-13, 1999.
- Correa, C. E. S., et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of dairy science*, 2002, 85.11: 3008-3012.
- Hoffman, Pc et al. Influência do tempo de ensilagem e inoculação na alteração da matriz amidoproteica em milho úmido. *Journal of Dairy Science*, v. 5, pág. 2465–2474, 2011.
- McALLISTER, TA; FILIPPE, RC; RODE, LM; CHENG, KJ Efeito da matriz protéica na digestão de grãos de cereais por microrganismos ruminais. *Revista Animal Science*, v.71, pág. 205-212, 1993.
- Kung Junior. L., Shaver, R. D., Grant, R. J., Schmidt,R. J., 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*,101, 4020-4033, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Junges, D.; Morais, G.; Spoto, Mhf; Adesogan, At; Nussio, Lg; Daniel, Jlp Influência de diversas fontes proteolíticas durante a fermentação de silagens de grãos de milho reconstituídos. *Journal of Dairy Science*, v. 9048–9051, 2017.
- Da Silva, Nc et al. Influência do tempo de armazenamento e da inoculação com *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbica e degradabilidade ruminal de milho úmido e silagem de grãos de milho reidratados. *Ciência e Tecnologia da Alimentação Animal*, v. 251, p. 124–133, 2019.
- Bernardes, Tf, Castro, T. Silagens e fontes de volumoso nos confinamentos de carne bovina brasileiros. *Resumo - Encontro de Zootecnia. Austin, Texas, EUA – 2019*.
- Millen, Dd et al. Um instantâneo das práticas de manejo e recomendações nutricionais utilizadas por nutricionistas de confinamento no Brasil. *Revista de ciência animal*, v. 87, n. 10, pág. 3427-3439, 2009.
- Bernardes, TF, Cardoso, Mvs & Lima, LM (2018) Programas de alimentação com silagem em fazendas leiteiras intensivas. *Journal of Dairy Science, E-Suppl. (Abstrato)*
- Shaver, R., And R. Kaiser. 2011. Top producing dairy herds in Wisconsin feed more forage than you may think. Accessed NOV. 18, 2019. <Http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/mfaforagefocusnov2011shaver.pdf>
- Van Soest, P.J, 1965. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Animal science*, 24:834-843.



- Johnson, L., J. H. Harrison, C. Hunt, K. Shinnars, C. G. Doggett, And D. Sapienza. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *J.Dairy Sci.* 82:2813–2825.
- Mcallister, T. A., et al. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of animal science*, 1994, 72.11: 3004-3018.
- Saylor, B. A., et al. Effect of kernel breakage on the fermentation profile, nitrogen fractions, and in vitro starch digestibility of whole-plant corn silage and ensiled corn grain. *JDS communications*, 2021, 2.4: 191-195.
- Cox, J. W.; Cherney, D. R. and Hanchar, J. J. 1998. Row spacing, hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. *Journal of Production Agriculture*, 11: 128-134. <https://doi.org/10.2134/jpa1998.0128>
- Verbič, J.; Stekar, J.M.A.; Resnik-Čepon, M. Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. *Animal Feed Science and Technology*, v. 54, n. 1-4, p. 133-148, 1995.
- Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 85:1217–1240
- PINHO, Renzo Garcia Von, et al. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2011, 40: 1894-1901.