

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

**SAYONARA SALVATTI MÜLLER**

**ALTURAS DE CORTE E ADIÇÃO DE INOCULANTE PARA  
ENSILAGEM DE MILHO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2019**

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

**SAYONARA SALVATTI MÜLLER**

**ALTURAS DE CORTE E ADIÇÃO DE INOCULANTE PARA  
ENSILAGEM DE MILHO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2019**

SAYONARA SALVATTI MÜLLER

ALTURAS DE CORTE E ADIÇÃO DE INOCULANTE PARA  
ENSILAGEM DE MILHO

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

Orientador: Prof. Dr. Régis Luis Missio

PATO BRANCO

2019

**Müller, Sayonara Salvatti**  
**Alturas de corte e adição de inoculante para ensilagem de milho /**  
**Sayonara Salvatti Müller.**  
**Pato Branco. UTFPR, 2019**  
**40 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Régis Luis Missio**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade**  
**Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,**  
**2018.**

**Bibliografia: f. 35 – 40**

**1. Agronomia. 2. Atividade de água. pH. Matéria seca. I. Missio, Régis**  
**Luis, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de**  
**Agronomia. III. Título.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
*Campus Pato Branco*  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**ALTURAS DE CORTE E ADIÇÃO DE INOCULANTE PARA**  
**ENSILAGEM DE MILHO**

por

SAYONARA SALVATTI MÜLLER

Monografia apresentada às 16 horas 00 min. do dia 04 de junho de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lisiane Fernandes Soares**  
UTFPR *Campus Pato Branco*

**Igor Kieling Severo**  
PPGAG-PB UTFPR - Mestrando

**Prof. Dr. Régis Luis Missio**  
UTFPR *Campus Pato Branco*  
Orientador

**Prof. Dr. Jorge Jamhour**  
Coordenador do TCC

Dedico este trabalho a todos que acompanharam e apoiaram minha trajetória acadêmica, principalmente aos meus familiares, namorado, professor orientador e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

É difícil agradecer a todos que me ajudaram e me deram força, sem esquecer de ninguém, mas vamos lá... Quero agradecer a Deus por estar aqui e chegar onde cheguei, por atender as minhas preces e iluminar meu caminho.

Aos meus pais Márcio Antônio Müller e Justina Inês Salvatti Müller pela atenção, carinho, educação e principalmente o tempo que dedicaram a mim. A minha irmã Michelli Salvatti Müller por me ajudar nos momentos em que precisei e também por fazer guloseimas várias vezes no mês. A todos os meus parentes pelas conversas e risadas.

Ao meu companheiro Fabricio Zanini Gonçalves pelos ensinamentos, apoio, paciência e estar do meu lado. A seu pai Valdecir Gonçalves, sua mãe Jandira Zanini Gonçalves e sua irmã Fernanda Zanini Gonçalves pelos momentos que passamos juntos e pelo aprendizado que me proporcionaram.

Aos professores que fizeram parte desses anos de graduação, especialmente ao professor Régis Luis Missio pela paciência, disposição, empenho e por ter se tornado um amigo.

Aos colegas da universidade pela parceria em todas as situações, compreensão e confiança que pude depositar neles. Aos que eu esqueci de citar, peço desculpa, mas agradeço a todos que de alguma maneira ou outra fizeram parte da minha vida.

Cada sonho que você deixa para trás,  
é um pedaço do seu futuro que deixa de existir  
(Steve Jobs)



## RESUMO

MÜLLER, Sayonara Salvatti. Alturas de corte e adição de inoculante para ensilagem de milho. 40 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

As forragens conservadas são utilizadas na alimentação de vacas em lactação tanto no sistema a pasto quanto nos sistemas estabulados. O presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes alturas de corte (20, 40 e 60 cm) das plantas de milho para ensilagem com ou sem aditivo microbiano sobre os aspectos qualitativos da silagem. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial (três alturas de corte e dois níveis de inclusão de aditivo microbiano). Foi utilizada uma área de 1,0 ha semeada (75.000 plantas ha<sup>-1</sup>) com híbrido de milho tolerante ao glifosato. O milho foi colhido quando o grão atingiu o ponto de farináceo-duro. Para cada altura coletou-se as plantas de cinco locais (2 m lineares) estabelecidos aleatoriamente dentro da área experimental, excluindo-se as bordas (3 linhas ou 2,00 m). Após a trituração do material, para cada altura de corte, foram formados dois montes de forragem verde de 15,00 kg cada. Cinco amostras por monte foram coletadas para avaliação das características da forragem antes da ensilagem. Depois disso, num monte de forragem de cada altura adicionou-se a solução com o aditivo microbiano SIL-ALL® 4x4. Foram confeccionados minisilos em sacos plásticos (20 micras) com capacidade para 2,00 kg de forragem. O estabelecimento da anaerobiose e vedação foram realizados com auxílio de uma Máquina Industrial de Embalar a Vácuo. Para cada tratamento confeccionou-se 10 minisilos. Após 60 dias realizou-se a abertura dos minisilos. A forragem contida em seis minisilos foi destinada para análises laboratoriais. Nas amostras destes minisilos, bem como nas amostras de forragem antes da ensilagem foram determinados os teores de matéria seca, pH, condutividade elétrica, atividade de água e perdas de matéria seca. O restante dos minisilos (quatro) foram utilizados para determinação da estabilidade aeróbica.

**Palavras-chave:** Agronomia. Microrganismos. Silagem. Aditivo.

## ABSTRACT

MÜLLER, Sayonara Salvatti. Heights of cut and addition of inoculante for corn ensilage. 40 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2019.

Preserved fodder is used to feed lactating cows both in the pasture system and in the stall systems. The objective of this study was to evaluate the effect of different cutting heights (20, 40 and 60 cm) of corn plants for silage with or without microbial additive on the qualitative aspects of silage. The experimental design was completely randomized, with treatments in factorial arrangement (three cutting heights and two inclusion levels of microbial additive), using ten replicates. An area of 1.0 ha sown (75,000 plants ha<sup>-1</sup>) with glyphosate tolerant corn hybrid will be used. Corn was harvested when the grain reached the farinaceous-hard point. For each height the plants of five sites (2 linear m) were randomly established within the experimental area, excluding the edges (3 rows or 2.00 m). After the crushing of the material, for each height of cut, two mounds of green fodder of 15.00 kg each were formed. Five samples per plot were collected to evaluate forage characteristics prior to silage. After that, the solution with the microbial additive SIL-ALL® 4x4 was added to a pile of forage of each height. Minisil were made in plastic bags (20 microns) with capacity for 2.00 kg of forage. The establishment of anaerobiosis and sealing were performed with the aid of an Industrial Vacuum Packing Machine. For each treatment, 10 minisil were made. After 60 days the minisil was opened. The forage contained in six minisilos was destined for laboratory analyzes. The remaining minisil (four) were used to determine aerobic stability. The dry matter, pH, electrical conductivity, water activity and dry matter losses were determined in the samples of these minisilos as well as in the forage samples before ensiling.

**Keywords:** Agronomy. Microorganisms. Silage. Additive.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do milho antes e após a ensilagem colhido em diferentes alturas, com ou sem adição de inoculante. UTFPR, Pato Branco - PR, 2019.....	26
---	----

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

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

## LISTA DE ABREVIATURAS

A	Altura
Aw	Atividade de água
CE	Condutividade elétrica
EA	Estabilidade aeróbica
g	Gramma
ha	hactare
I	Inoculante
kg	Kilograma
m	Metros
MS	Matéria seca
mS cm <sup>-1</sup>	Millisimens por centímetro
P	Probabilidade

## LISTA DE SÍMBOLOS

°	Graus
%	Porcento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 GERAL.....	15
2.2 ESPECÍFICOS.....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO DO GADO LEITEIRO.....	16
3.2 ALTURA DE CORTE NA SILAGEM DE MILHO.....	17
3.3 INOCULANTE NA SILAGEM.....	18
3.4 FASES DO PROCESSO DE ENSILAGEM.....	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
4.1 LOCAL.....	21
4.2 TRATAMENTOS.....	21
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
4.4 MANEJO DA CULTURA DO MILHO.....	22
4.5 COLHEITA E AMOSTRAGEM.....	22
4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	23
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICA.....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Região Sul do Brasil ocupa, desde 2014, o primeiro lugar na produção de leite nacional (35 bilhões de litros) (IBGE, 2017). A alimentação do rebanho leiteiro, neste contexto, satisfeitos os requisitos sanitários, é o aspecto mais importante, já que a lucratividade na atividade leiteira é dependente do fornecimento de dietas balanceadas aos animais (SIGNORETTI, 2013). Para tanto, a oferta de alimento em quantidade e qualidade deve ocorrer ao longo do ano.

A maior parte das propriedades produtoras de leite no Brasil utilizam sistemas à base de pastagens, em que o planejamento forrageiro é ferramenta primordial para equilíbrio entre demanda e oferta de alimentos do rebanho leiteiro Michels *et al.* (2011). A utilização de forragens conservadas, neste contexto, é essencial para a produção de leite a pasto em razão da variação na produção de forragem ao longo do ano (POLI; CARVALHO, 2001). Nos sistemas estabulados (e.g. Free stall, Tie stall, Compost barn) as forragens conservadas, por outro lado, são à base da produção leiteira, assumindo extrema importância para a nutrição do rebanho. A produção de silagem de qualidade, nesse sentido, é extremamente importante para a nutrição animal, bem como para a sustentabilidade dos sistemas de produção, especialmente aqueles baseados na agricultura familiar, que devido à baixa escala de produção, estão mais sujeitos a abandonar a atividade em razão de variações mercadológicas que afetam o preço do litro de leite pago ao produtor.

A altura de corte das plantas de milho, segundo Neumann *et al.* (2007) é um dos principais aspectos impactantes da qualidade da silagem, visto que o corte na parte superior das plantas eleva o teor de grãos de matéria seca e reduz a participação de folhas e colmos, que permanecem no solo. A utilização de inoculantes microbianos é outra opção para manipular a conservação e a qualidade da silagem (GIMENES *et al.*, 2006), podendo, entretanto, fornecer resultados divergentes em razão da qualidade do material ensilado (YITBAREK; TAMIR, 2014).



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar diferentes alturas de corte (20, 40 e 60 cm) e a adição de inoculante microbiano (com ou sem) sobre características qualitativas da silagem de milho.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o conteúdo de matéria seca, o pH, a condutividade elétrica, a atividade de água, a estabilidade aeróbica e perdas de matéria seca de silagens de milho antes e após ensilagem, confeccionadas com diferentes alturas de corte contendo ou não adição de inoculante microbiano.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO DO GADO LEITEIRO

Considerando o crescimento da atividade leiteira no Sudoeste do Paraná, bem como as expectativas de elevação da produtividade nesta atividade, é importante dedicar atenção para a alimentação do rebanho leiteiro. Segundo Hülse (2014), para um adequado manejo nutricional de vacas leiteiras especializadas é indispensável a utilização de forragens conservadas de qualidade e/ou suplementação com concentrados em razão da alimentação somente a pasto tornar-se arriscada em virtude das influências climáticas, pluviométricas, temperatura e de disponibilidade de luz. Neste contexto, na produção de leite a pasto, as forragens conservadas assumem grande importância durante os períodos de vazio forrageiro, o que no Sudoeste do Paraná pode ocorrer principalmente no outono e primavera. Todavia, na prática, verifica-se que as forragens conservadas são, muitas vezes, utilizadas durante todo o período do ano, mesmo na produção a pasto.

Nos sistemas estabulados (e.g. Free stall, Tie stall, Compost barn), a utilização de forragens conservadas, notadamente a silagem de milho, são essenciais para a atividade leiteira, tendo como função central o atendimento das exigências nutricionais de fibra em detergente neutro dos animais. A silagem de milho, neste aspecto, devido ao conteúdo de nutrientes digestíveis totais ( $\geq 57\%$ ) assume grande importância no atendimento das exigências energéticas dos animais, como por exemplo, no caso de uma vaca em lactação, em gado de corte, de raça britânica a exigência média de manutenção é de  $145,0 \text{ kcal EM kg}^{-1} \text{ P}^{0,75}$ , já no caso da raça continental esse valor aumenta para  $165,5 \text{ kcal EM kg}^{-1} \text{ P}^{0,75}$  (FERREL; JENKS, 1985). Entretanto, o baixo conteúdo proteico ( $< 9\%$ ) da silagem de milho exige a necessidade de utilização de alimentos ricos em proteínas, dentre eles, ressalta-se o uso do farelo de soja, na dieta de vacas leiteiras a fim de complementar o fornecimento de proteína bruta.

Vacas leiteiras especializadas apresentam elevada exigência nutricional em razão da demanda para atender o metabolismo da gestação, ganho de peso, sustento diário (gastos de energia) e, principalmente, os requerimentos

para a produção de leite (RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2011). Desta forma, segundo estes autores, as exigências nutricionais desses animais devem ser supridas através do fornecimento de alimentos nutritivos e de elevado valor biológico. Assim, a utilização de forragens conservadas de reduzida qualidade, compromete o atendimento das exigências nutricionais do animal, reduzindo a produtividade de leite e elevando o custo de produção, tanto pela redução da produção, como pela necessidade de maior utilização de alimentos concentrados. A produção de silagem de qualidade, desta forma, é essencial para uma atividade leiteira sustentável.

### 3.2 ALTURA DE CORTE NA SILAGEM DE MILHO

A altura de corte durante a ensilagem de milho é um fator importante, já que, conforme Neumann (2001), diferentes alturas de colheita propiciam silagens com variações nos teores de nutrientes. Com a elevação da altura, é possível recolher somente a porção superior da planta, resultando em uma forragem com alto teor de grãos na massa seca, apresentando aumento no conteúdo energético e fibras mais digestíveis, devido à redução da participação de colmo e folhas (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001). Com isso, a silagem pode ser classificada quanto ao teor de fibra bruta, em que o material ensilado produzido a partir da planta inteira de milho é um material volumoso (mais de 18% de fibra bruta) e a silagem de grão úmido produzida a partir da espiga é caracterizada como um alimento concentrado (menos de 18% de fibra bruta) (DEMINICIS *et al.*, 2009).

A colheita de milho com altura de corte mais elevada proporciona que maior quantidade de matéria seca continue no local, reduzindo o empobrecimento do solo e aumentando a reciclagem de nutrientes (HÜLSE, 2014). Em estudo desenvolvido por Neumann *et al.* (2007), constatou-se que a colheita em altura de corte superior contribuiu com a reciclagem de matéria orgânica, através da adição de resíduos no solo, esse fato pode ser explicado devido ao retorno dos nutrientes, os quais encontravam-se nos entrenós inferiores das plantas de milho e, geralmente, são extraídos quando o produtor realiza o corte baixo.

A maior altura de colheita nas plantas de milho eleva a qualidade da silagem em razão da redução dos constituintes da parede celular e elevação da

proporção de grãos, ocasionando aumento na digestibilidade de matéria seca (MS) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001). Entretanto, segundo estes autores, a produção de forragem/silagem por área é menor quando as plantas são cortadas mais altas, havendo questionamentos sobre a viabilidade econômica do aumento da altura de colheita para produção de silagem.

### 3.3 INOCULANTE NA SILAGEM

Os principais aditivos utilizados no processo de ensilagem de milho são os inoculantes bacterianos (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*), os quais têm a finalidade de evitar futuros problemas relacionados com a degradação da massa por microrganismos não desejáveis, por meio da acelerada geração de ácido láctico e consequente redução do valor de pH (RÊGO *et al.*, 2014). Segundo Calescura e Gai (2012), existem outros aditivos nutricionais na fermentação, dentre os quais destaca-se a polpa de frutas cítricas, o melaço, a ureia, o milho desintegrado com sabugo e palha e os farelos em geral.,

Os aditivos microbianos utilizados na ensilagem possuem a finalidade de acelerar a redução do pH, o que limita o crescimento de microrganismos indesejáveis e a redução da qualidade da silagem ao longo do processo de fermentação e após a abertura do silo, quando a silagem fica exposta ao ar (ASSIS, 2013). Segundo Yitbarek e Tamir (2014), a utilização de aditivos microbianos e enzimáticos aumentou nos últimos anos, fato que pode ser explicado por serem “produtos” naturais, seguros para manuseio, não possuírem efeito corrosivo nos equipamentos agrícolas e não causarem problemas no meio ambiente.

Os inoculantes microbianos atuam na fermentação da silagem de forma a aumentar a oferta de açúcares simples, através do complexo enzimático fazendo com que as bactérias epífitas entrem em contato e consigam produzir ácido láctico, além de baixar rapidamente do pH (SILVA *et al.*, 2010). Conforme os mesmos autores, estes aditivos podem impossibilitar o desenvolvimento de microrganismos secundários, evitando assim a formação de micotoxinas e, favorecendo a estabilidade aeróbia e o efeito favorável no rúmen animal., Por essa razão, o valor de pH ideal do material ensilado é de aproximadamente 4,0. Além

disso, segundo Jobim *et al.* (1997), é importante que ocorra uma acidificação rápida e eficaz, para isso é necessário ter um substrato apropriado e uma população suficiente de bactérias, especialmente do gênero *Lactobacillus*.

Os resultados de pesquisa relacionados com a utilização de aditivos microbianos para melhorar a fermentação, entretanto, não apresentam consenso em seus resultados. Calescura e Gai (2012), neste contexto, concluíram que os aditivos microbianos adicionados na silagem de milho, não melhoraram a qualidade da mesma. Já os resultados de Silva *et al.* (2010), por exemplo, verificaram que a inoculação melhorou a fermentação, resultando em níveis baixos de pH e poder tampão. Estes autores destacaram, entretanto, que é indispensável que se realizem mais estudos sobre a utilização de inoculantes microbianos na fermentação de forragens conservadas e sua viabilidade econômica.

### 3.4 FASES DO PROCESSO DE ENSILAGEM

A silagem é resultado do processo de fermentação do material vegetativo através do processo anaeróbico, possibilitando o armazenamento desse alimento por um período longo de tempo, sem que ocorram perdas no teor nutritivo (D' OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014). A fermentação da ensilagem acontece em quatro etapas: 1º – aeróbia; 2º – fermentação ativa ou anaeróbia; 3º – estabilidade; 4º – deterioração aeróbia ou descarga (KIYOTA, 2011).

A fase de respiração ou aeróbica vai do enchimento até o término do oxigênio presente no silo e, ocorre quando há oxigênio em grande disponibilidade, desencadeando os processos de proteólise e respiração, ocasionadas pela ação de enzimas e microrganismos presentes nas células vegetais (PEDROSO, 1998). De acordo com o autor, durante a colheita, as células das plantas são rompidas, resultando na liberação de várias enzimas, dentre elas, a amilase e hemicelulase (decompõem amido e hemicelulose respectivamente) e proteolíticas (degradam proteínas em aminoácidos, amônia e peptídeos). O oxigênio permite o crescimento de microrganismos (fungos, bactérias, leveduras) os quais oxidam os carboidratos. Desta forma, essa etapa depende da compactação do material ensilado, do tamanho de partícula e da vedação, durando geralmente entre 4 a 6 horas (BROGIN JUNIOR,

2014). A quantidade de carboidratos possui grande influência na preservação no teor nutritivo da silagem, já que estes servem de substrato para bactérias que produzem ácido láctico, essenciais para conservação do material vegetal (PEDROSO, 1998).

A segunda fase corresponde ao processo de fermentação na ausência de oxigênio, na qual ocorre o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas e queda no valor de pH, devido a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico (gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*) (BROGIN JUNIOR, 2014). Nessa etapa, segundo Pedroso (1998), o pH deve atingir valores menores que 5,0, sendo que o término ocorre quando os carboidratos solúveis forem totalmente consumidos ou com a inibição do crescimento de microrganismos pela presença de ácidos.

No período de estabilidade, as bactérias que produzem ácido láctico param de crescer e, a conservação da massa ensilada ocorre pelo baixo valor de pH e anaerobiose (BROGIN JUNIOR, 2014). De acordo com Gomides (2013), nessa etapa a condição permeável do silo em relação ao oxigênio e a compactação da silagem são os principais responsáveis pela qualidade do material.,

De acordo com relatos de Bernardes, Reis e Amaral (2008), na última etapa da ensilagem, ou seja, a fase de descarga, os esporos de bactérias e fungos aeróbios são ativados pelo oxigênio, resultando numa série de reações que oxidam o material ensilado por meio do consumo dos carboidratos da etapa de conservação, resultando na produção de dióxido de carbono e calor.

Vários fatores influenciam o processo de ensilagem e a qualidade do material ensilado, dentre eles, de acordo com Rêgo *et al.* (2014), a compactação é um aspecto muito importante, pois quando a forragem é mal compactada, ocorre fermentação não desejável devido a ação de bactérias aeróbias, responsáveis por deteriorar o alimento. Pode-se dividir os fatores influentes na qualidade da silagem em fatores decorrentes do meio e os relacionados com a planta forrageira, sendo que este pode variar dependendo da escolha da espécie/cultivar. Segundo D' Oliveira e Oliveira (2014), o primeiro item refere-se a questões de compactação, velocidade de enchimento do material no silo, tipo do silo, tamanho de partícula, drenagem de efluentes, população de micróbios e fechamento do silo; já o aspecto

da planta inclui o teor de matéria seca, proporção de carboidratos solúveis e poder tampão.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL

O experimento foi conduzido na propriedade do senhor Valdecir Gonçalves, localizada na linha Alto Alegre, município de Renascença – Paraná (26°09'29" S 52°58'08" O). A altitude da região é de 700 metros e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). O clima da região, de acordo com o IAPAR (2011), é o subtropical (Cfa).

### 4.2 TRATAMENTOS

Foram avaliadas três alturas de corte (20, 40 e 60 cm) e duas formas de ensilagem (com ou sem inoculante microbiano) das plantas de milho, bem como foi avaliado as alterações ocorridas antes e após a ensilagem do material.,

O aditivo microbiano utilizado (SIL-ALL 4x4 WS) apresenta, segundo fabricante Lallemand Brasil Ltda, composição básica de *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, amilase, celulase, xilanase, hemicelulase, sacarose e dióxido de Silício.

### 4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos em arranjo fatorial 3x2+1 (três alturas de corte, dois níveis de inclusão de aditivo microbiano e um padrão representado pela forragem antes de ensilar). As repetições foram constituídas pelos minisilos, exceto no caso da forragem verde, cujas repetições são representadas pelas amostras colhidas antes da ensilagem.



#### 4.4 MANEJO DA CULTURA DO MILHO

A área utilizada totalizou 1,0 ha, a qual foi plantada com milho AG 9025 PRO3 (tolerante ao glifosato), utilizando-se a densidade de semeadura de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O plantio foi realizado com plantadeira comercial pantográfica, KF 9050 H de nove linhas, em setembro de 2018, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Para adubação de base foi usado adubo comercial (NPK) com formulação 8-20-15, na quantidade de 415,00 kg ha<sup>-1</sup>, considerando a análise de solo da área. Realizou-se a adubação de cobertura com ureia agrícola na quantidade de 250,00 kg ha<sup>-1</sup>, aplicada no estágio V4.

#### 4.5 COLHEITA E AMOSTRAGEM

A colheita do milho foi feita quando o grão atingiu o ponto farináceo-duro. Para cada altura foram coletadas plantas de cinco locais (2,00 m lineares) estabelecidos aleatoriamente dentro da área experimental, excluindo-se as bordas (3 linhas ou 2,00 m). A coleta de plantas ocorreu de forma manual. Posteriormente o material foi triturado em triturador estacionário. Para o tamanho de partícula preconizado (ajuste das peneiras) ajustou-se as facas entre 2-4 cm. Após a trituração do material, para cada altura de corte, foram formados dois montes de forragem verde de aproximadamente 15,00 kg. Coletaram-se cinco amostras por monte para avaliação das características da forragem antes da ensilagem, as quais permaneceram congeladas em freezer comercial para posteriores análises. Depois disso, num monte de forragem de cada altura adicionou-se a solução com o aditivo microbiano, de acordo com as recomendações do fabricante. Após isso, o material foi ensilado em minisilos. Os minisilos foram armazenados em sacos plásticos (20 micras) com capacidade para 2,00 kg de forragem. O estabelecimento da anaerobiose e vedação realizou-se com auxílio de uma Máquina Industrial de Embalar a Vácuo (modelo GS620F). Para cada tratamento foram confeccionados 10 minisilos. Após 60 dias de ensilagem, os minisilos foram abertos e avaliados. Destes dez, a forragem contida em seis minisilos foi destinada para as análises laboratoriais. O restante dos minisilos utilizou-se para determinação da estabilidade

aeróbica. Para tanto, amostras da silagem foram coletadas e congeladas em freezers comerciais para posteriores análises laboratoriais.

As características da massa verde foram determinadas em amostras das alturas de corte, sendo os valores apresentados referentes a média das alturas.

#### 4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

O teor de matéria seca (MS) da forragem foi determinado em estufa com circulação de ar forçado a 55,0 °C durante 72 horas. O pH foi determinado segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002). Para tanto se utilizou nove gramas de forragem fresca diluída em água destilada (60,00 mL) e, após 30 minutos de descanso foi realizada a leitura do pH, em peagâmetro digital (Modelo DLA-PH).

Para a determinação da condutividade elétrica (CE) foram utilizadas 25 g de forragem com água destilada (300,00 mL). Após filtragem, a condutividade elétrica do material foi determinada em condutivímetro (Modelo MCA-150P) configurado com unidade de medida de mS cm<sup>-1</sup>, em temperatura de referência de 25,0 °C e coeficiente de variação de 2,2% (KRAUS *et al.*, 1997).

A determinação da atividade de água (Aw) na forragem antes e após a ensilagem foi equipamento específico, conhecido como analisador de atividade de água (Modelo Lab Master - Aw), o qual determina a atividade de água pela diferença de ponto de orvalho. Para tanto se utilizou 2,00 g de material fresco.

As perdas de matéria seca após a ensilagem serão determinadas segundo Schmidt (2006). Para tanto, a seguinte equação será utilizada:

$$PMS = \frac{(P_i * MS_i) - (P_f * MS_f)}{P_i} * 100 \quad (1)$$

Onde:

PMS = perda total de matéria seca (%)

P<sub>i</sub> = peso inicial

MS<sub>f</sub> = percentual de matéria seca

P<sub>f</sub> = peso final

MS<sub>i</sub> = percentual de matéria seca

A estabilidade aeróbica (EA) após a abertura dos minisilos foi determinada considerando o tempo para a temperatura do material se elevar em 2,0 °C acima da temperatura ambiente. Para tanto, após a abertura dos minisilos utilizados, mediu-se a temperatura até a mesma se elevar em 2,0 °C, para determinação do tempo, em horas, para esse aumento de temperatura, sendo que foram realizadas medidas num intervalo de 8 horas, nos três primeiros dias e, posteriormente reduziu-se esse intervalo para 3 horas.

#### 4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, considerando-se 5% de probabilidade de erro. Para isso utilizou-se o programa SAS ("Sistema de Análise Estatística").

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes ao conteúdo de matéria seca da silagem, pH, condutividade elétrica, atividade de água e estabilidade aeróbica do milho antes e após a ensilagem em diferentes alturas de corte. Não foi verificada interação ( $P > 0,05$ ) entre alturas de corte e inclusão de inoculante para as variáveis avaliadas, exceto para atividade de água. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis determinadas antes e após ensilagem, exceto para o teor de matéria seca da forragem antes e após a ensilagem.

Analisando o teor de MS, observa-se uma variação de 32,69 a 34,33% nos valores de massa ensilada e que não houve interação significativa entre a altura de corte e a adição ou não de inoculante na forragem (Tabela 1). Estes resultados foram coerentes com aqueles verificados por Marquardt *et al.* (2017), que avaliando diferentes alturas (20 e 40 cm) e adição de inoculante não observaram diferenças em função dos fatores de variação em relação ao teor de MS das silagens. Esse fato pode ser explicado pelo momento adequado em que a silagem foi feita, ou seja, no ponto do grão em farináceo duro e pela boa produção e conservação da mesma (CRUZ; FILHO; NETO, 2010). Estes valores encontrados no presente trabalho estão um pouco acima do resultado encontrado por Velho *et al.* (2006) que foi de 30,83%. Rosa *et al.* (2004) observaram que o teor de MS da silagem varia conforme o híbrido de milho, sendo que em seu estudo, os híbridos variaram de 30,69 a 25,77%. Ainda, para materiais ensilados, a MS ideal é entre 30 e 35%, para evitar perdas por processos biológicos como água, calor e produção de gases e a formação de efluentes, buscando eficiência na fermentação láctica para preservação do valor nutricional da silagem (NUSSIO, 1999). No milho *in natura* e o milho ensilado em diferentes alturas não observa-se diferença significativa ( $P > 0,05$ ), fato este que pode estar associado a quantidade semelhante de lignina e fibras nos dois materiais, além do estágio em que as plantas encontravam-se no momento de trituração, como citado anteriormente.

O pH da silagem não foi alterado ( $P > 0,05$ ) pela altura de corte das plantas de milho e pela adição de inoculante (Tabela 1). Isso pode ser reflexo da elevada qualidade do material ensilado, o qual não limitou o crescimento de

bactérias lácticas e o abaixamento do pH. Verifica-se que os valores de pH estão dentro dos limites de 3,7 a 4,2, definidos aqueles indicadores para classificação da silagem como de boa qualidade (FRANÇA *et al.*, 2011).

**Tabela 1** – Características do milho antes e após a ensilagem colhido em diferentes alturas, com ou sem adição de inoculante. UTFPR, Pato Branco - PR, 2019.

Itens	Milho <i>in natura</i>	Altura de corte (A) (cm)			Média	CV	P (A x I)	P (P x A)
		20	40	60				
Matéria seca (%)								
Sem	--	32,78	33,86	35,60	34,08			
Com	--	32,85	32,69	33,06	32,88	7,08	0,416	0,483
Média	33,61	32,82	33,33	34,33	33,49			
pH								
Sem	--	3,51	3,50	3,51	3,51			
Com	--	3,45	3,53	3,54	3,50	1,51	0,068	0,001
Média	5,84a	3,48b	3,51b	3,52b	3,51			
Condutividade elétrica (mS cm <sup>-1</sup> )								
Sem	--	0,6201	0,6871	0,7440	0,6802			
Com	--	0,6603	0,6622	0,6698	0,6642	24,91	0,717	0,001
Média	2,35a	0,6402b	0,6758b	0,7035b	0,6722			
Atividade de água (unidades)								
Sem	--	0,93 <sup>Bb</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>	0,94			
Com	--	0,94 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>	0,94	0,17	0,007	0,001
Média	0,95a	0,93b	0,94b	0,94b	0,94			
Estabilidade aeróbica (horas)								
Sem	--	112,00	91,66	86,50	96,72			
Com	--	101,50	101,50	96,75	99,91	10,75	0,116	0,002
Média	86,77b	106,75 Aa	96,58 ABa	91,62BCa	98,60			
Perdas de matéria seca, %								
Sem	--	8,20	7,52	7,10	7,63			
Com	--	8,61	8,40	8,00	8,36	18,54	0,876	--
Média	--	8,43	7,97	7,57	8,00			

A = altura; I = inoculante; P (A x I) = probabilidade para a interação entre altura de corte e inclusão. P (P x A) = probabilidade para a análise de contraste entre milho *in natura* e milho silagem em diferentes alturas. Médias seguidas de letras minúsculas sobrescritas indicam diferença na coluna, enquanto letras maiúsculas sobrescritas indicam diferença na linha para a interação altura x inoculante. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha indicam diferença para as alturas de corte (P < 0,05). Médias seguidas de letras minúsculas distintas indica diferença para a análise de contraste entre milho *in natura* e milho silagem em diferentes alturas (P < 0,05).

Os valores médios de pH observados na Tabela 1 foram de 3,51, sendo conceituado como ótima qualidade, pois segundo Nussio *et al.* (2001) se encontra entre pH de 3,6 a 4,5, o que impede o crescimento indesejável de microrganismos anaeróbicos, como por exemplo do tipo Clostridium, o qual é

responsável por produzir ácido butírico fazendo com que não ocorra a queda do pH na fermentação. No entanto, percebe-se na Tabela 1 interação entre a massa *in natura* e a massa ensilada, onde o pH do material fresco apresentou-se com pH mais elevado (menos ácido) do que comparado ao material ensilado. Assim, o pH da forragem fresca foi superior ao pH da silagem, isso ocorre pois durante no processo fermentativo anaeróbico da silagem, desenvolvem-se bactérias que produzem principalmente ácido láctico (gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*), fazendo com haja a acidificação do material, ou seja, queda no pH (BROGIN JUNIOR, 2014). Na fermentação, de acordo com Pedroso (1998), o pH deve ser menor que 5,0, sendo que por isso o pH do milho *in natura* apresentou valor maior que 5,0 e o do material ensilado menor que isso.

A condutividade elétrica foi superior ( $P < 0,05$ ) na forragem fresca em relação ao material ensilado (Tabela 1), o que se deve ao fato de no material fresco haver maior teor de água e solutos que possibilitam a condução da eletricidade. Por outro lado, a condutividade elétrica não foi alterada ( $P > 0,05$ ) pela altura de corte e pela inclusão de inoculante, isso pode ter ocorrido porque o tamanho de partícula foi o mesmo nas três alturas de corte e assim o extravasamento celular foi praticamente igual., Porém, esses valores obtidos de CE da forragem ensilada são mais baixos dos que os encontrados por Paziani (2004) em silagem de capim Tanzânia, os quais foram de  $1,9 \text{ mS cm}^{-1}$  sem inoculante e  $1,7 \text{ mS cm}^{-1}$  com inoculante. Já a forragem *in natura* possui interação com a forragem ensilada, sendo que o material fresco apresentou maior valor de CE ( $2,35 \text{ mS cm}^{-1}$ ) e os valores do material ensilado não diferiram entre si, somente com a massa *in natura*. Conforme Paziani (2004) o CE, de forma indireta, indica o grau de rompimento celular que aconteceu durante o processamento pelo qual a forragem passou, através da liberação de eletrólitos. Com isso, quanto menor o tamanho de partícula, maior o valor de CE e a exsudação de efluente. Castro *et al.* (2001), perceberam que em silagens inoculadas de Tifton, houve aumento na Aw e redução da CE, devido a ocorreu a ruptura da membrana da célula e conseqüentemente, a liberação de substrato para o desenvolvimento de microrganismos, responsável pela acidificação (diminuição do pH).

A atividade de água foi superior na forragem fresca em relação a silagem (Tabela 1), o que está associado ao fato de que no processo de

conservação das forragens como silagem há perda de água (PAZIANI; CAMPOS, 2015). Por outro lado, verificou-se que a atividade de água somente foi alterada pela altura de corte na silagem ensilada sem inoculante. A atividade de água, neste sentido, foi superior ( $P < 0,05$ ) nas maiores alturas em relação a menor altura, o que pode estar associado ao fato de que a elevação da altura de corte das plantas implica em elevação da proporção de folhas em relação aos colmos de milho, que são mais fibrosos e apresentam menor conteúdo de água no momento da ensilagem (JOBIM *et al.*, 2007). Por outro lado, a falta de alteração da atividade de água pela alteração da altura de corte das plantas de milho que foram ensiladas com inoculante, pode estar associada, pelos menos em parte, ao fato de que a inclusão deste aditivo é realizada com diluição em água, o que pode ter diluído o efeito do teor de umidade entre as alturas das plantas. Na *Aw* observa-se interação tanto na altura de corte com adição ou não de inoculante quanto na interação entre o *in natura* e o ensilado. O maior valor de *Aw* encontrado foi na massa fresca. As alturas de corte 40 e 60 cm, sem a adição de inoculante, não apresentam diferença entre si, mas diferiram estatisticamente da altura de 20 cm. Nas amostras com inoculante não percebe-se diferença estatisticamente. De acordo com Jobim *et al.* (2007), o crescimento de microrganismos maléficos e benéficos na conservação da silagem, possui relação com o teor de MS e diretamente com a *Aw*. A alta atividade de água acarreta em crescimento de bactérias pertencentes ao gênero *Clostridium*, os quais surgem quando há excesso de umidade no material (0,93 a 0,97) e são indesejáveis por impedir a queda do pH das forragens, afetando assim seu valor nutricional (NUSSIO *et al.*, 2001). Segundo os resultados obtidos na Tabela 1, os microrganismos que possivelmente se desenvolveram no milho *in natura* foram *Clostridium botulinum* (tipo E) e *Salmonella* sp., já no material ensilado foram *Clostridium botulinum* (tipo A), *Clostridium perfringens*, *Salmonella* sp., *Pseudomonas*, *Lactobacillus* e *Bacillus* (GARCIA, 2004).

A estabilidade aeróbica da forragem fresca foi inferior ( $P < 0,05$ ) ao da silagem (Tabela 1), o que é resultado da maior concentração de carboidratos solúveis e menor concentração de produtos provenientes do processo de fermentação anaeróbica durante a ensilagem, que atuam inibindo o crescimento de leveduras, principais causadores da deterioração na desensilagem. Segundo Brogin

Junior Ribeiro (2014), na fermentação da silagem de milho, tem-se o crescimento de bactérias anaeróbicas e também a acidificação do material pela síntese de ácidos orgânicos, especialmente o ácido lático. Nessa fermentação anaeróbica, o pH fica abaixo de 5,0, sendo que o término dessa etapa acontece no momento em que os carboidratos solúveis são consumidos totalmente ou com a inibição do desenvolvimento de microrganismos devido à presença de ácidos (PEDROSO, 1998).

Após abertura, a estabilidade aeróbica diminuiu ( $P < 0,05$ ) a medida que as plantas de milho foram colhidas com maior altura de corte (Tabela 1). Estes resultados são provavelmente associados ao fato de que com a elevação da altura existe uma maior concentração carboidratos não estruturais e maior produção de ácidos orgânicos. Segundo Weinberg *et al.* (2011) a deterioração da massa ensilada, quando em contato com o ar, está relacionada com a presença de leveduras, resultando em menor valor nutritivo, contribuindo para a redução da digestibilidade e também pode ocorrer perda de MS. A elevação na concentração tanto de carboidratos solúveis quanto de nutrientes na fermentação de silagem de milho pode acarretar em baixa estabilidade aeróbica depois que o silo foi aberto, devido ao fato de microrganismos indesejáveis se desenvolverem nos substratos (TAYLOR *et al.*, 2002). Não foi verificada diferença ( $P > 0,05$ ) para a estabilidade aeróbica entre a silagem ensilada com ou sem inoculante (Tabela 1), isso provavelmente ocorreu pelo fato do inoculante ser utilizado, principalmente, para melhorar a eficiência de conservação da silagem. Além disso, seu uso deve-se pelo aumento na estabilidade e aceleração da fermentação, assim a utilização de inoculantes com bactérias heteroláticas tendem a elevar a estabilidade aeróbica em função de possibilitarem a elevação de ácidos orgânicos, como ácido acético, que inibem o crescimento das leveduras após a abertura do silo (MORAIS *et al.*, 2012). Bernardi e Silva (2018) concluíram que os inoculantes tanto homoláticos como heteroláticos propiciam elevação na digestibilidade da fibra do material ensilado, permitindo maior consumo pelo animal e maior aproveitamento, no entanto esses autores constataram que os inoculantes microbianos elevam as perdas de silagem na fermentação. Ainda, conforme estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2002), a adição de inoculantes na silagem de milho não alterou os teores de proteína bruta,



fibra bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, digestibilidade da matéria seca, extrativos não nitrogenados, amido e os nutrientes digestíveis totais.

Na variável perda de matéria seca observa-se que não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre alturas de corte e inclusão de inoculante, fato este que pode ter ocorrido pela eficiência de vedamento dos minisilos e na conservação tanto com a adição de inoculante microbiano quanto no material onde o mesmo não foi adicionado. Estes resultados não corroboram com os encontrados por Rabelo *et al.* (2012), onde os inoculantes (Silobac® e Maize All®) adicionados na silagem de milho reduziram as perdas de MS durante a fermentação, após abertura dos silos, no entanto esses autores observaram também que os inoculantes ocasionaram redução na estabilidade do material ensilado. Entretanto, Caliscura e Gai (2012), concluíram em seus estudos que a aplicação de inoculante não refletiu na melhoria da silagem quanto aos aspectos de perdas de MS, temperatura, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e pH, ou seja, essas variáveis possuíam dados não significativos estatisticamente. Assim, conforme Rodrigues *et al.* (2002), não é possível fazer a recomendação de inoculantes microbianos para uso em silagens de milho, visto que este não possibilita aumento na disponibilidade de nutrientes e no consumo de MS.

## 6 CONCLUSÕES

A elevação da altura de corte das plantas de milho diminui a estabilidade aeróbica da silagem.

A adição de inoculante a base de bactérias homofermentativas e heterofermentativas não altera a qualidade da silagem de milho submetida ao adequado processo de ensilagem.

A ensilagem do material eleva a estabilidade aeróbica, bem como melhora as características associadas a conservação da forragem.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse trabalho auxiliam na compreensão dos impactos qualitativos em relação à altura de corte e a utilização ou não de aditivos microbianos, podendo assim contribuir com as técnicas para produção de silagem, tendo impacto no custo do volume.

Percebe-se que quando se faz uso de inoculante microbiano, a silagem de milho tende a apresentar mais uniformidade, visto que as médias das variáveis em análise possuem muita pouca variação, independente da altura de corte empregada. Basicamente então, recomendar-se-ia ao produtor realizar o corte do milho em 20 cm para ensilagem, para se obter maior ganho por ha, no entanto, deve-se levar em consideração que o valor nutritivo quando feito a altura de corte maior irá mudar, visto que ocorre variação na relação de colmo, folhas e grãos da planta, sendo que elevando-se a altura de corte, melhora-se o valor nutricional da silagem.

Vale destacar, no entanto, que a elevação da altura de corte da forragem eleva a estabilidade aeróbica depois da abertura do silo. Ainda, as perdas após abertura do silo são, em muitos casos, maiores em relação aos demais processos realizados para a conservação da forragem como silagem. Desta forma, deve-se investir em pesquisa para se esclarecer sobre as vantagens da elevação da altura de corte da forragem sobre as perdas de forragem, bem como sobre o valor nutritivo. A redução das perdas após a abertura do silo e a elevação do valor nutritivo pela corte das plantas com menos colmo pode compensar a maior produção de forragem pela menor altura de corte? Existem benefícios da maior altura de corte sobre a conservação e fertilidade do solo?

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, Fábila Giovana do Val. **Efeitos de novos inoculantes na fermentação de silagens de milho**. 89 p. Dissertação (Mestrado) — UFLA, Lavras, 2013. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10661/1/DISSERTACAO\\_Efeitos%20de%20novos%20inoculantes%20na%20fermenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20silagens%20de%20milho.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10661/1/DISSERTACAO_Efeitos%20de%20novos%20inoculantes%20na%20fermenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20silagens%20de%20milho.pdf). Acesso em: 08 abr. 2018.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; AMARAL, R. C. Perfil fermentativo, estabilidade aeróbia e valor nutritivo de silagens de capim-marandu ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1728–1736, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000091&pid=S1516-3598200900130001800008&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000091&pid=S1516-3598200900130001800008&lng=en). Acesso em: 21 maio 2019.
- BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L. **Vale a pena inocular a silagem de milho?** Chapecó, 2018. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id\\_cpmenu/377/rural\\_213\\_15299457991303\\_377.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/377/rural_213_15299457991303_377.pdf). Acesso em: 23 maio 2019.
- BROGIN JUNIOR, Wagner. **Qualidade nutricional de silagem de milho com diferentes densidades e altura de corte da planta**. 44 p. Dissertação (Mestrado) — UFSC, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/133257/Wagner%20Brogin%20Junior%202014.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 maio 2019.
- CALESCURA, Pedrinho Luiz; GAI, Vivian Fernanda. Uso de inoculante microbiano em silagem de milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, n. 2, p. 196–209, 2012. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/7038>. Acesso em: 08 abr. 2018.
- CASTRO, F. G. F. *et al.* **Parâmetros físico-químicos da silagem de Tifton 85 (*Cynodon* sp.) sob efeito do pré-emurchecimento e de inoculante bacteriano enzimático**. Piracicaba, 2001. Disponível em: <https://bdpi.usp.br/item/001201264>. Acesso em: 21 maio 2019.
- CRUZ, J.C.; FILHO, I. A. P.; NETO, M. M. G. **Milho para silagem**. 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3j537ooi.html>. Acesso em: 22 maio 2019.
- DEMINICIS, Bruno Borges *et al.* **Silagem de milho: Características agrônômicas e considerações**. REDVET, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010109/090104.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

D'OLIVEIRA, Pérsio Sandir; OLIVEIRA, Jackson Silva. Produção de silagem de milho para suplementação do rebanho leiteiro. **Comunicado Técnico**, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, v. 1, n. 74, p. 10, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105773/1/COT-74-Persio-Producao-de-Silagem-de-Milho-para-Suplementacao-do-Rebanho-Leiteiro.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

FERREL, C. L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v. 61, n. 3, p. 725–741, 1985. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000105&pid=S1516-3598200500040003000015&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000105&pid=S1516-3598200500040003000015&lng=en). Acesso em: 20 maio 2019.

FRANÇA, A. F. de S. *et al.* Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 540, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/540/9653>. Acesso em: 20 maio 2019.

GARCIA, Denise Marques. **Análise da Atividade de Água em Alimentos Armazenados no Interior de Granjas de Integração Agrícola**. 50 p. Dissertação (Mestrado) — UFRGS, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4401/000411394.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

GIMENES, Agda Luzia de Godoy *et al.* Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 153–158, 2006. Disponível em: <http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/640/39>. Acesso em: 31 mar. 2018.

HÜLSE, Julio. **Altura de colheita do milho para silagem: valor nutritivo, balanço de nutrientes no solo, produção animal e desempenho econômico**. 101 p. Dissertação (Mestrado) — UNICENTRO, Guarapuava, 2014. Disponível em: <http://www.unicentroagronomia.com/-imagens/noticias/dissertacaofinaljulio.pdf.07>. Acesso em: 07 abr. 2018.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Clima**. 2011. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1648>. Acesso em: 30 set. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**. Brasília, 2017. Disponível em:

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/\\_abate-leite-couro-ovos\\_201701caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/_abate-leite-couro-ovos_201701caderno.pdf). Acesso em: 30 mar. 2018.

JOBIM, C. C. *et al.* Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 201–204, 1997. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4625/1884>. Acesso em: 09 abr. 2018.

KIYOTA, Norma *et al.* **Silagem de milho na atividade leiteira do sudoeste do Paraná: do manejo de solo e de seus nutrientes à ensilagem de planta inteira e grãos úmidos**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2011. 124 p.

KRAUS S., A. J. *et al.* Acoustic alarms reduce porpoise mortality. **Journal of science**, v. 67, n. 388, p. 525, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/41451>. Acesso em: 30 set. 2019.

MARQUARDT, Fabiany Izabel *et al.* Altura de corte e adição de inoculante enzimo-bacteriano na composição químico-bromatológica e digestibilidade de silagens de milho avaliada em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 1–9, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cab/v18/1809-6891-cab-18-e42888.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

MICHELS, Tiago *et al.* **Planejamento forrageiro em pequenas propriedades rurais de produção leiteira na região Sudeste do Paraná (Dois Vizinhos)**. Dois Vizinhos, 2011. Disponível em: [http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/MEU\\_UTFPR\\_DV/article/view/720/547](http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/MEU_UTFPR_DV/article/view/720/547). Acesso em: 31 mar. 2018.

MORAIS, M.G. *et al.* Inoculação de silagens de grãos úmidos de milho, em diferentes processamentos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 31, n. 4, p. 969–981, 2012. Disponível em: <http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2345/1318>. Acesso em: 23 maio 2019.

NEUMANN, Mikael. **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 de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench)**. 208 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

NEUMANN, Mikael *et al.* Ensilagem de milho (*Zea mays* L.) em diferentes alturas de colheita e tamanho de partículas: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 379–397, 2007. Disponível em: [http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/240/pdf\\_411](http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/240/pdf_411). Acesso em: 31 mar. 2018.

NUSSIO, Luiz Gustavo. **Silagem de milho**. Dissertação (Mestrado) — FEALQ, Piracicaba, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000122&pid=S1516-3598200400020000500020&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000122&pid=S1516-3598200400020000500020&lng=en)>. Acesso em: 21 maio 2019.

NUSSIO, Luis Gustavo; CAMPOS, Fábio Prudêncio; DIAS, Francisco Nogueira. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho**. Maringá, 2001.

PAZIANI, S. F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim-Tanzânia**. 50 p. Dissertação (Mestrado) — ESALQ, Piracicaba, 2004. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-23102006-164429/publico/solidete.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2019.

PAZIANI, S. F.; CAMPOS, F. P. Silagem de milho: ponto ideal de colheita e suas implicações. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1–6, 2015. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015/janeiro-junho-3/1651-silagem-de-milho-ponto-ideal-de-colheita-e-suas-implicacoes/file.html>>. Acesso em: 22 maio 2019.

PEDROSO, A. de F. **Manejo intensivo de pastagens e produtividade leiteira**. São Paulo, 1998. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=44399&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PEDROSO,%20A.%20de%20f.%22&qFacets=autoria:%22PEDROSO,%20A.%20de%20f.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 23 maio 2019.

POLI, César Henrique Espírito Candal; CARVALHO, Paulo César de Faccio. Planejamento alimentar de animais: proposta de gerenciamento para o sistema de produção à base de pasto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 1, p. 145–156, 2001. Disponível em: <[http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398887295\\_art\\_16.pdf](http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398887295_art_16.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2018.

RABELO, C. H. S. *et al.* Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 13, n. 3, p. 656–668, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v13n3/06.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2019.

RIBEIRO JUNIOR, Carlos Stefenson *et al.* Uso de silagem de milho no balanceamento de dietas para vacas leiteiras. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1010–1018, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/uso%20de%20silagem.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

RODRIGUES, P. H. M. *et al.* Valor nutritivo da silagem de milho sob o efeito da inoculação de bactérias ácido-láticas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2380–2385, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v31n6/a29v31n6.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

ROSA, J.R.P. *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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v33n2/21241.pdf>. Acesso em: 21 maio 2019.

RÊGO, Aníbal Coutinho *et al.* Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milheto ou milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1149–1157, 2014. Disponível em: <http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/112016/WOS000339323600024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 abr. 2018.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) — ESALQ, Piracicaba, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000150&pid=S1516-3598200800090000600031&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000150&pid=S1516-3598200800090000600031&lng=en). Acesso em: 30 set. 2018.

SIGNORETTI, Ricardo Dias. A importância da alimentação e do manejo de vacas leiteiras em produção. **COAN**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 9, 2013. Disponível em: [http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp\\_alimen\\_manejo\\_vacas.pdf](http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp_alimen_manejo_vacas.pdf). Acesso em: 31 mar. 2018.

SILVA, J. D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 119 p.

SILVA, Jaqueline Maria *et al.* Influência de inoculante bacteriano-enzimático sobre a microbiota e qualidade nutricional de silagens de grãos amidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 62–72, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/viewFile/4916/6509>. Acesso em: 09 abr. 2018.

TAYLOR, C. C. *et al.* The effect of treating whole-plant barley with lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 85, n. 7, p. 1793–1800, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/11186111\\_The\\_Effect\\_of\\_Treating\\_Whole-Plant\\_Barley\\_with\\_Lactobacillus\\_buchneri\\_40788\\_on\\_Silage\\_Fermentation\\_Aerobic\\_Stability\\_and\\_Nutritive\\_Value\\_for\\_Dairy\\_Cows](https://www.researchgate.net/publication/11186111_The_Effect_of_Treating_Whole-Plant_Barley_with_Lactobacillus_buchneri_40788_on_Silage_Fermentation_Aerobic_Stability_and_Nutritive_Value_for_Dairy_Cows). Acesso em: 22 maio 2019.

VELHO, J. P. *et al.* Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 916–923, 2006. Disponível em:



<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1088>>. Acesso em: 21 maio 2019.

WEINBERG, Z. G. *et al.* Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4754–4762, 2007. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71941-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71941-0/pdf)>. Acesso em: 22 maio 2019.

YITBAREK, M.; TAMIR, B. Silage additives. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 4, n. 5, p. 258–274, 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/PaperInforCitation.aspx?PaperID=44897>>. Acesso em: 29 set. 2018.