

Universidade Brasil
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal
Campus Descalvado

ANA PAULA S. DE LAZARI HORBACH

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA SILAGEM DE HÍDRIDOS DE
MILHO COM TECNOLOGIA VT PRO 2

QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF CORN HYDRID SILAGE WITH
TECHNOLOGY VT PRO 2

Descalvado, SP
2019

ANA PAULA S. DE LAZARI HORBACH

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA SILAGEM DE HÍDRIDOS DE
MILHO COM TECNOLOGIA VT PRO 2

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de
Mestrado Profissional em Produção Animal da
Universidade Brasil, como complementação dos créditos
necessários para obtenção do título de Mestre em
Produção Animal

Descalvado, SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

H775c Horbach, Ana Paula S. de Lazari
Características qualitativas da silagem de híbridos de milho com tecnologia VT PRO 2 / Ana Paula S. de Lazari Horbach. -- Descalvado, 2019.
xi, 33f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof^o Dr. Paulo Henrique Moura Dian

1. Composição químico-bromatológica. 2. Milho transgênico. 3. Silagem de milho. I. Título.

CDD 633.15

Termo de Autorização**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do
Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO
COM TECNOLOGIA VT PRO 2”**

Autor(es):

Discente: Ana Paula Salviana de Lazari Horbach

Assinatura: _____

Orientador: Paulo Henrique Moura Dian

Assinatura: _____

Data: 28 de maio de 2019.

TERMO DE APROVAÇÃO



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Ana Paula Salviana de Lazari Horbach

“CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA SILAGEM DE HÍDRIDOS DE MILHO COM TECNOLOGIA VT PRO 2”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian
(Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

Dr. Bruno Râmálio Vieira
Supervisor Técnico - Real H “Saúde e Produção Animal”
Campo Grande-MS

Descalvado, 28 de Maio de 2019

Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian
Presidente da Banca

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO COM TECNOLOGIA VT PRO 2

RESUMO

Objetivou-se avaliar a silagem de três híbridos comerciais de milho com tecnologia VT PRO2 (BM 3063, AG 8088 e BM 709) quanto aos parâmetros de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose, fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF), pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT). Foi utilizado uma área total de 0,3840 ha, dividida em três áreas de 12,80m de largura por 100 m de comprimento, totalizando 0,128 ha por tratamento. Os híbridos foram plantados usando espaçamento de 0,90m entre linhas, com 05 plantas por metro linear, utilizando um total de 12 linhas por híbrido avaliado, aproximadamente 6000 plantas por tratamento. O corte das plantas foi realizado com altura de 35 cm acima do solo quando o grão se encontrava com 50% farináceo e 50% leitoso, sendo coletadas aleatoriamente 10 plantas por linha, totalizando 120 plantas para cada híbrido avaliado. Após trituração em tamanho de partícula de aproximadamente 1 cm, o material de cada híbrido foi ensilado em minissilos de PVC. Amostras de cada híbrido avaliado foram armazenadas em 07 minissilos, totalizando 21 minissilos. Os silos experimentais foram abertos após 60 dias de armazenamento e amostras foram enviadas para análises laboratoriais. Com exceção dos valores de pH da silagem que não variaram entre os híbridos estudados, os demais parâmetros avaliados apresentaram diferença significativa entre os diferentes híbridos ($p < 0,05$). A silagem confeccionada a partir do híbrido BM 709 apresentou os maiores valores de FDN, FDA e celulose e menores valores de PB e NDT. Os materiais ensilados a partir dos híbridos AG 8088 e BM 3063 apresentaram superioridade para a maioria dos parâmetros qualitativos avaliados.

Palavras-chave: composição químico-bromatológica, milho transgênico, silagem de milho.

QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF CORN HYBRID SILAGE WITH TECHNOLOGY VT PRO 2

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the silage of three commercial corn hybrids with VT PRO2 technology (BM 3063, AG 8088 and BM 709) for the parameters of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), hemicellulose, acid detergent fiber (ADF), cellulose, lignin, ethereal extract (EE), total digestive nutrients (TDN), non-fibrous carbohydrates (NFC), pH and ammonia nitrogen (in percentage of the total nitrogen, N-NH₃, % total N). A total area of 0.3840 ha was used, divided into three areas of 12,80m wide by 100 m long, totaling 0.128 ha per treatment. The hybrids were planted using spacing of 0.90m between rows, with 05 plants per linear meter, using a total of 12 lines per evaluated hybrid, approximately 6000 plants per treatment. The plants were cut at a height of 35 cm above the soil when the grain was 50% farinaceous and 50% milky, and 10 plants were randomly collected per line, totaling 120 plants for each hybrid evaluated. After trituration at a particle size of approximately 1 cm, the material of each hybrid was ensiled in PVC mini-silos. Samples of each evaluated hybrid were stored in 7 mini-silos, totalizing 21 mini-silos. The experimental silos were opened after 60 days of storage and samples were sent for laboratory analysis. Except for pH values of the silage that did not vary among the studied hybrids, the other parameters evaluated showed a significant difference between the different hybrids ($p < 0.05$). The silage made from the hybrid BM 709 presented the highest values of NDF, FDA and cellulose and lower values of PB and TDN. The ensiled materials from the hybrids AG 8088 and BM 3063 presented superiority for most of the qualitative parameters evaluated.

Key words: chemical-bromatological composition, transgenic corn, corn silage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Figura 1. Croqui de localização do imóvel.....	10
Figura 2: Área de plantio.....	11
Figura 3: Retirada de solo para amostragem, de 0-20 cm de profundidade.....	12
Figura 4: Espaçamento de 0,90 cm entre linhas no plantio dos híbridos.....	13
Figura 5: Espaçamento entre os tratamentos.....	13
Figura 6: Estádio vegetativo das plantas de milho no momento do corte para ensilagem.....	14
Figura 7: Em 7a, espiga no ponto de colheita e 7b ponto de colheita observando os grãos.....	15
Figura 8: Em 8a, altura de corte da planta e 8b as plantas escolhidas aleatoriamente.....	15
Figura 9: Processo de trituração.....	16
Figura 10: Planta inteira de milho após trituração.....	16
Figura 11: Confeção dos minissilos.....	17
Figura 12: Em 12a, a foto demonstra o processo de compactação do material ensilado. Em 12b, apresenta os minissilos fechados.....	18
Figura 13: Amostras prontas para serem encaminhadas para análise bromatológica.....	19
Figura 14: Valores médios e desvios padrões de pH das silagens de diferentes híbridos de milho.....	20
Figura 15: Valores médios e desvios padrões de matéria seca (MS) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	21
Figura 16: Valores médios e desvios padrões de matéria mineral (MS) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	23
Figura 17: Valores médios e desvios padrões de proteína bruta das silagens de diferentes híbridos de milho.....	23
Figura 18: Valores médios e desvios padrões de fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	24

Figura 19: Valores médios e desvios padrões de hemicelulose das silagens de diferentes híbridos de milho.....	25
Figura 20: Valores médios e desvios padrões de fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	25
Figura 21 - Valores médios e desvios padrões de celulose das silagens de diferentes híbridos de milho.....	26
Figura 22: Valores médios e desvios padrões de lignina das silagens de diferentes híbridos de milho.....	26
Figura 23: Valores médios e desvios padrões de carboidratos não fibrosos (CNF) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	27
Figura 24: Valores médios e desvios padrões de extrato etéreo (EE) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	27
Figura 25: Valores médios e desvios padrões de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	28
Figura 26: Valores médios e desvios padrões de N-amoniaco, expresso em porcentagem do N total (N-NH ₃ /NT) das silagens de diferentes híbridos de milho.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela 1. Dados referenciais das temperaturas e precipitações no período de Outubro/2017 a Fevereiro/2018, do Município de Colorado do Oeste/RO.....	10
Tabela 2: Resultados da análise de fertilidade do solo em área experimental.....	12
Tabela 3: Exigências de adubação para área experimental.....	12
Tabela 4: Características dos híbridos de milho para silagem utilizados no experimento.....	14
Tabela 5: Médias e desvios padrões de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) da silagem de diferentes híbridos de milho com tecnologia VT PRO2.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

FDN	Fibra em detergente Neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
EE	Extrato etéreo
PB	Proteína bruta
MS	Matéria seca
pH	Potencial hidrogeniônico
N-NH₃	Nitrogênio amoniacal
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NNP	Nitrogênio não proteico
N-NH₃/NT	Concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
VT PRO2	Híbridos de milho com a combinação das tecnologias Roundup Read® e YieldGard® VT PRO
MM	Matéria mineral
CNF	Carboidratos não fibrosos
CEL	Celulose
LIG	Lignina
HEM	Hemicelulose
MO	Matéria Orgânica
CTC	Capacidade de troca de cátions
SB	Soma de bases
V%	Saturação por bases

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Relevância do tema e estado atual da arte.....	1
1.2 Fundamentação.....	2
1.2.1 Silagem de milho.....	2
1.2.2 Gene Bt.....	5
1.2.3 Variedades de híbridos VT PRO 2.....	7
1.3 Objetivo geral e objetivos específicos.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

1.1 Relevância do tema e estado atual da arte

A ensilagem, como ferramenta para conservação da forragem, é uma estratégia eficiente para fornecer alimento de qualidade no período de escassez e manter a produtividade dos rebanhos ao longo de todo o ano. Para esta prática, o milho (*Zea mays*, L.) é recomendado, tornando-se a espécie padrão, e cujo valor nutritivo é tomado como referência (Bezerra et al., 1993).

A silagem de milho é amplamente utilizada na formulação de dietas para ruminantes confinados por apresentar elevado valor nutricional. Apresenta ainda como atributos positivos a facilidade de mecanização no processo de ensilagem, alta produção de matéria seca por unidade de área, concentração adequada de carboidratos e baixo poder tampão. Todavia, este volumoso pode apresentar características nutricionais variáveis em função de diversos fatores, entre eles, podemos citar a diversidade genética, que interfere na produção de matéria verde, produção de grãos, folhas e colmo.

A capacidade de produção de matéria seca de um híbrido isoladamente não é suficiente para avaliar seu uso para silagem. Os métodos de caracterização química não fornecem uma estimativa direta do valor nutritivo, porém quando associados estatisticamente, podem ser utilizados para, juntamente com o uso de modelos, prever o desempenho animal (Cherney, 2000). As principais características empregadas para a avaliação da composição química da silagem são as porcentagens de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas, extrato etéreo, lignina e proteína (Fonseca et al., 2002).

As análises de MS, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) auxiliam para verificar a qualidade fermentativa da silagem. As análises de PB, FDN, FDA e NDT complementam as análises e avaliam a qualidade nutricional da silagem para um correto balanceamento das rações.

As concentrações de carboidratos estruturais e não estruturais e da relação entre os mesmos são importantes para a qualidade da silagem. Deve-se buscar o máximo de preservação desses últimos e da proteína verdadeira, já que isto irá influenciar o volume de concentrados na dieta dos animais (Senger et al., 2005).

Porém, um dos fatores que afetam o rendimento e a qualidade da produção do milho para silagem é a incidência de pragas. As lagartas do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Bod.) e a broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fab.) se destacam como as principais pragas da cultura do milho (Souza, 2013).

Capalbo & Fontes (2004), afirmaram que a utilização de milho transgênico desenvolvidos para resistir ao ataque de insetos-praga podem, potencialmente, reduzir impactos negativos da agricultura ao ambiente em virtude da redução do uso de inseticidas químicos na cultura, com benefícios na redução do impacto ambiental por resíduos tóxicos no ambiente e aumento da segurança do trabalhador e possivelmente do controle biológico natural. Entretanto, impactos negativos potenciais, como redução de espécies benéficas e aumento de pragas não alvo, podem ocorrer em decorrência do plantio em larga escala de plantas geneticamente modificadas.

Uma vez que os híbridos de milho apresentam comportamentos distintos nos diferentes locais de produção em função da interação genótipo x ambiente, é oportuno comparar o desempenho dos diversos híbridos disponíveis no mercado, quanto às características agrônômicas e químicas, nas regiões produtoras de silagem de milho.

1.2 FUNDAMENTAÇÃO

1.2.1 SILAGEM DE MILHO

O processo de ensilagem consiste na conservação, em ambiente ácido, de alimentos úmidos ou parcialmente secos, de forma anaeróbica, que causa uma depleção na respiração celular e conseqüente favorecimento da proliferação de bactérias lácticas. A acentuada redução do pH, devido à maior concentração de ácido láctico na massa ensilada, leva a uma inibição de microrganismos e enzimas putrefativas, capazes de promover à deterioração do alimento com o tempo de armazenamento (França et al., 2015).

A silagem de milho é um volumoso de elevado valor nutricional e importante na formulação de dietas para ruminantes (Mello et al., 2005).

Considerado o volumoso padrão, cujo valor nutritivo é tomado como referência, em virtude dos adequados teores de carboidratos solúveis encontrados na planta, que levam à fermentação láctica, promovendo a conservação de um alimento de alto valor nutritivo, de fácil preparo e de grande aceitação pelos animais, com grande produção de massa verde e teor adequado de matéria seca (Oliveira et al., 2010).

Na escolha de híbridos de milho para produção de silagem deve-se levar em consideração o ciclo, produtividade de biomassa, participação de grãos e qualidade da fração fibrosa (Mello et al., 2005).

A obtenção de híbridos que apresentem elevada participação de grãos na massa seca total, colmos e folhas mais digestíveis e alta produtividade total de massa seca, são os principais atributos necessários para produção de silagem de qualidade (Zopollatto & Reco, 2009).

Deminicis et al. (2009) afirmaram que deve-se considerar não somente o percentual de grãos na massa ensilada, mas também os demais componentes da planta como um todo. E que embora a seleção de híbridos para produção de silagem de milho tenha sido baseada em produção de grãos e de MS total, outros componentes da planta como sabugo, colmo, folhas e palhas, não têm sido devidamente avaliados. Deste modo, uma considerável variabilidade entre híbridos de milho pode existir, quanto ao valor nutritivo, já que, nem sempre a maior proporção de grãos na forragem confere uma melhor qualidade à silagem. A qualidade do grão e da fração fibrosa (caule, folhas, sabugo e palhas), combinada como percentual de cada uma dessas partes na planta, é o que determina o valor nutritivo do material ensilado. Desta forma, a obtenção de produtos finais de qualidade, em função dos fatores acima descritos, é que propiciará melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção, quer seja de leite ou de carne, bem como sua viabilidade econômica.

Nussio (1991) definiu a planta ideal de milho para o processo de ensilagem como sendo aquela que apresenta 16% de folhas, 20 a 23% de colmo e 64 a 65% de espigas na MS. Ainda, de acordo com o autor, a espiga deve apresentar 74 a 75% de grãos, 7 a 10% de palhas e 14 a 17% de sabugo.

Valores de produção de MS de milho, encontrados em diversos trabalhos, variaram de 12,7 a 22,1 t ha⁻¹, dependendo do cultivar, do estágio de colheita, do

clima e de outros fatores (Almeida Filho *et al.* 1999; Flaresso *et al.* 2000; Oliveira, 2001; Rosa *et al.* 2004, Ferrari Junior *et al.* 2005).

Além da variação na produção de MS do milho, é importante destacar que a silagem apresenta grande variação na composição dos nutrientes, sendo de fundamental importância a análise bromatológica do material ensilado para correta formulação de dietas para ruminantes.

O teor de MS da silagem de milho é fator essencial na quantidade de energia ingerida pelos bovinos (Zeoula *et al.*, 2003). Demarquilly (1994), observou aumento na ingestão de MS da silagem de milho fornecida a bovinos, quando os teores de MS aumentaram até atingir 35%, provavelmente, devido à diminuição no teor de parede celular e aumento no teor de grãos na MS da planta inteira.

Avaliando nove híbridos de milho para silagem, Almeida Filho *et al.* (1999), obtiveram valores de FDN (% na MS) com amplitude de 58,1 a 63,3% e de FDA (% na MS) de 28,8 a 31,7%. Já, Costa *et al.* (2000) encontraram valores de FDN (% na MS) de 52,63 a 60,49%

Ferrari Junior *et al.* (2005), trabalhando com oito cultivares de milho, observaram diferenças significativas nas porcentagens de matéria seca, fibra em detergente neutro, nitrogênio na fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e nitrogênio amoniacal, entre os cultivares avaliados.

Muck (1988) relatou que a qualidade do material ensilado depende de mecanismos para limitar os processos de respiração da planta após o corte, da atividade proteolítica, da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* e do crescimento de microrganismos aeróbios.

Ainda, segundo Mulligan *et al.* (2002), a atividade das enzimas proteolíticas pode diminuir o valor nutritivo do material ensilado através da transformação da proteína verdadeira em formas de nitrogênio não proteico (NNP), como peptídeos e aminoácidos livres, o que permite que bactérias proteolíticas fermentem estas formas de NNP, transformando-os em uma variedade de ácidos orgânicos, CO₂, amônia e aminas, produtos estes ligados à redução de consumo voluntário das silagens pelos animais. A presença de nitrogênio amoniacal também é uma característica importante na avaliação da silagem, pois contribui para a elevação do pH, sendo, por isso, indicativo de fermentação indesejável (McDonald *et al.*, 1991).

Segundo Van Soest (1994), entre os parâmetros que determinam a qualidade do processo fermentativo da silagem, estão os valores de pH associados ao teor de

matéria seca e a concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT).

Os valores de pH estão relacionados às concentrações de carboidratos solúveis na forragem a ser ensilada, pois estes contribuem para a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, que são importantes para obtenção de boa silagem. A acidez atua diminuindo a atividade proteolítica ocasionada por enzimas da própria planta e, ainda, controlando ou inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e da própria atividade das bactérias produtoras de ácido láctico (Tomich et al., 2003).

1.2.2 Gene Bt

A transferência de genes exógenos para plantas cultivadas a partir das técnicas de engenharia genética foi considerada um avanço importante (Waquil, 2007). Isso porque a utilização de inseticidas químicos na tentativa de minimizar os prejuízos provocados por diversas pragas, muitas vezes, não produz o efeito esperado, o que acarreta o aumento de riscos de contaminação ambiental e a elevação de custos de produção (Mendes et al., 2011).

O gene Bt, clonado da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (*Bt*), produz a β-exotoxina e a δ-endotoxina, ambas com efeito inseticida sobre vários lepidópteros pragas (Ignoffo & Gregory, 1972; Dulmage, 1980). Segundo Waquil (2007), os primeiros eventos expressando as toxinas do *Bt* em milho visaram, principalmente, ao controle da lagarta-européia-do-milho, *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera: Crambidae). Posteriormente, houve a incorporação de novas toxinas abrindo a possibilidade para o uso no controle de várias outras espécies.

A utilização de milho transgênico (*Bt*) reduz perdas causadas por vários lepidópteros-pragas (Waquil et al., 2002). Os autores, trabalhando com híbridos de milho *Bt* para resistência à lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), principal inseto-praga da cultura do milho, expressando as toxinas Cry 1F, Cry 1A(b), Cry 1 A(c) e Cry 9C, além de um híbrido (MP 704 X 707) expressando resistência natural para a lagarta-do-cartucho, foram comparados e observaram diferenças significativas entre os eventos *Bts* incorporados ao milho quanto à resistência à lagarta-do-cartucho, destacando-se o

que expressa a toxina Cry 1F como altamente resistente, o Cry 1Ab resistente, o Cry 1Ac moderadamente resistente e o Cry 9C como suscetível.

O *Bt* produz várias proteínas inseticidas sendo as proteínas cristais as mais eficientes, responsáveis pela ação inseticida da bactéria, composto por uma ou mais proteínas (proteínas *Bt*) que inativam as células do intestino do inseto (Michelotto et al., 2013). Estas proteínas são dissolvidas no suco gástrico do lúmen do intestino do inseto e pela ação das proteases intestinais do inseto são transformadas em partículas tóxicas que em contato com células do epitélio intestinal incham-na e estouram-nas causando a morte do inseto (Lynch et al., 1999).

As toxinas do *Bt* são altamente específicas na sua atividade e, portanto, quando utilizadas não apresentam riscos para outros organismos (Vaeck et al., 1987). Esta alta especificidade em relação às espécies-alvo de insetos afetados é devido a uma co-evolução de proteínas receptoras de superfície no intestino médio (mesentero) dos insetos-alvo sensíveis; esses receptores ligam-se de forma específica às α -endotoxinas, modificando sua conformação e causando vazamento de íons e dano osmótico das células, o que conduz, conseqüentemente, à desintegração do mesentero e a morte do inseto (Michelotto et al., 2013). Esse efeito tóxico seletivo não se estende a outros organismos que não tenham tais receptores compatíveis, tornando-as inertes a seres humanos, peixes, animais selvagens e a outros insetos benéficos (inimigos naturais), que podem auxiliar no controle biológico da praga-alvo, além de outras (Jimenez-Juarez et al., 2007).

Em 2008 começaram os primeiros plantios comerciais de milho *Bt* no Brasil e a cada ano são liberadas comercialmente novas tecnologias (Michelotto et al., 2013). No Brasil, destacam-se como lepidópteros pragas, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Bod.) e a broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fab.) (Gallo et al., 2002).

Mendes et al. (2008), avaliando as respostas da *Spodoptera frugiperda* ao milho *Bt* expressando a toxina Cry 1A(b), chegaram às seguintes conclusões: larvas de lagarta-do-cartucho apresentaram menor sobrevivência nas primeiras 48 horas de alimentação, e durante toda a fase larval, na maioria dos híbridos de milho *Bt* que expressam a toxina Cry 1A(b), em comparação ao milho não *Bt*; a biomassa de larvas e pupas de *S. frugiperda* desenvolvidas em milho *Bt* que expressa a toxina Cry 1A(b) foram menores do que as desenvolvidas em milho não *Bt*; o período larval e o pré- imaginal de *S. frugiperda* foram maiores nas larvas sobreviventes alimentadas

no milho Bt; houve interação entre a toxina do Bt Cry 1A(b) e a base genética dos híbridos transgênicos, quanto à sobrevivência e à biomassa larval de *S. frugiperda*; larvas recém-eclodidas de *S. frugiperda* apresentaram não preferência para alimentação em milho Bt.

Os produtos de transgenia até agora liberados tem como maiores efeitos a redução dos custos da realização de determinadas práticas agrícolas e a diminuição das perdas causadas por fatores bióticos que atuam no meio ambiente onde estas culturas são cultivadas. Várias pesquisas demonstram que os resultados obtidos quanto à produtividade de cultivar convencional e de seu derivado transgênico, em condições onde não ocorre incidência de pragas e ou doenças no desenvolvimento das lavouras, a produção da lavoura convencional é semelhante ou ligeiramente superior à produção do cultivo com organismos geneticamente modificados (Gianessi e Carpenter, 1999; Shoemaker et al., 2001; Nill, 2003).

1.2.3 - Variedades de híbridos VT PRO 2

Pragas e doenças são um dos principais fatores que acarretam perdas mundiais na agricultura que atingem até 37% da produção, dos quais 13% são diretamente ligados a insetos, com conseqüente aumento no custo de produção em função da necessidade de utilização de defensivos agrícolas (Bedin et al., 2015).

Com o desenvolvimento da Biotecnologia, o uso de genes que codificam proteínas com atividade inseticida, tornou-se um importante controle com amplo potencial (Silva-Filho e Falco, 2000). Este tipo de controle tem sido utilizado em diversas culturas como milho, algodão, arroz, soja, entre outras, tornando o controle de insetos menos agressivo ao meio ambiente (Waquil, 2007).

Em 2010 foi aprovada a tecnologia da Monsanto, VT PRO 2, híbridos de milho com a combinação das tecnologias Roundup Ready® e YieldGard® VT PRO, tolerantes ao herbicida glifosato e as três principais lagartas do milho (Broca do colmo (*Diatraea*), Lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) e Lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*)). Essa cultivar transgênica tem apresentado boa produtividade, resistência à seca, doenças e pragas, garantindo a redução no uso de defensivos (Souza et al., 2015).

Porém, Bernardi et al. (2014) relatou que a utilização em larga escala de genes que codificam proteínas com atividade inseticida tem gerado o desenvolvimento de uma mutação genética nas lagartas ou característica herdada

que através de alta pressão de seleção natural pode causar a frequência de indivíduos resistentes em relação às proteínas incluídas nessas tecnologias.

De acordo com Bedin et al. (2015), os híbridos apresentam suscetibilidade diferentes a lagarta do cartucho do milho, independente das tecnologias empregadas, necessitando-se eventualmente de defensivos agrícolas para manter a frequência de pragas nos níveis aceitáveis.

1.3 Objetivo geral e objetivos específicos

Em função do grande número de híbridos disponíveis no mercado, objetivou-se realizar esse estudo para avaliar três híbridos de milho com tecnologia VT PRO2 para produção de silagem quanto a parâmetros qualitativos do material ensilado.

De maneira específica, pretendeu-se avaliar a silagem de três híbridos comerciais de milho com tecnologia VT PRO2 (BM 3063, AG 8088 e BM 709) quanto aos parâmetros de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, FDN, hemicelulose, FDA, celulose, lignina, extrato etéreo, NDT, carboidratos não fibrosos, pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Bom Futuro, localizada na Linha 03, km 3.5, no Município de Colorado do Oeste - RO. A propriedade apresenta latitude: 13°01'86" Sul e Longitude: 60°35'58" Oeste, região de clima equatorial, quente e úmido, temperatura média anual de 22.1 °C, com altitude de 492 metros, período chuvoso que vai de outubro a maio, com precipitações anuais em média de 1.906 mm (Figura 1).



Figura 1. Croqui de localização do imóvel.

Fonte: <https://www.terras.agr.br/ttc/#/pronaf/imovel/5b97c16e-3624-4cd0-b497-0a10ac110002>

Foram avaliados três híbridos de milho com a tecnologia VT PRO 2 (BM 3063, BM 709 e AG 8088). Os dados de precipitação e temperatura durante o período de condução do experimento estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Dados referenciais das temperaturas e precipitações no período de Outubro/2017 a Fevereiro/2018, do Município de Colorado do Oeste/RO.

Temperatura	Out./2017	Nov./2017	Dez./2017	Jan./2018	Fev./2018
Mínima (°C)	16.8 °C	16.8°C	16.9°C	17.2°C	17.3°C
Máxima (°C)	29.6 °C	28.7°C	28.1°C	27.8°C	27.4°C
Média (°C)	22.9 °C	22.7°C	22.5°C	22.5°C	22.3°C
Chuva (MM)	176 MM	227MM	289 MM	320 MM	253 MM

Fonte: climate-data 2018.

Para a condução do experimento, foi utilizado uma área total de 0,3840 ha, dividida em três áreas de 12,80m de largura por 100 m de comprimento, totalizando 0,128 ha por tratamento, conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2. Área de plantio.

A área escolhida para implantação do experimento não sofreu processo de aração, sendo feito plantio direto.

O solo utilizado consistiu em um latossolo vermelho amarelo de textura média. A avaliação prévia de fertilidade do solo foi feita através de uma amostragem retirada no dia 29/08/2017, conforme ilustrado na Figura 3, onde foram coletadas amostras simples em 15 pontos da área experimental, ao acaso, de 0-20 cm de profundidade, que foram misturadas, para realização da análise de macronutrientes e micronutrientes, sendo realizada a adubação de acordo com o resultado da análise de solo (Tabela 2 e Tabela 3).



Figura 3. Retirada de solo para amostragem, de 0-20 cm de profundidade.

Tabela 2. Resultados da análise de fertilidade do solo em área experimental.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	SB	V
CaCl ₂	g/dm ³	****	****	mmol/dm ³	mmol/dm ³	****	****	%
5,4	22,29	69,28	0,14	3,13	1,3	7,87	4,57	58,07

Fonte: Laboratório Rural de Maringá-PR

Tabela 3. Exigências de adubação para área experimental

Itens a serem aplicados	Resultados/análise	Necessidades	Total (kg)
Saturação de base	58,07	Não houve aplicação de calcário	0,0
Exigência da cultura	50,00		
Adubação/plantio	Fórmula 4-30-16	6 a 7g/planta	300 kg/ha
Adubação/cobertura	Fórmula 20-05-20	Cultura com 4 a 8 folhas, em torno de 35 a 45 dias após a germinação	200 kg/ha
Micronutrientes Cu, Zn, Mn, Na, B	Nível de suficiência Alto	Não necessita aplicação de micronutrientes	0,0

O experimento teve início com plantio de dois híbridos de milho (BM 3063 e AG 8088) no dia 30/10/2017 e plantio do híbrido BM 709 no dia 18/11/2017.

Os híbridos testados foram plantados usando espaçamento de 0,90m entre linhas, com 05 plantas por metro linear, utilizando um total de 12 linhas por híbrido

avaliado, aproximadamente 6000 plantas por tratamento. A Figura 4 demonstra o espaçamento entre linhas utilizado.

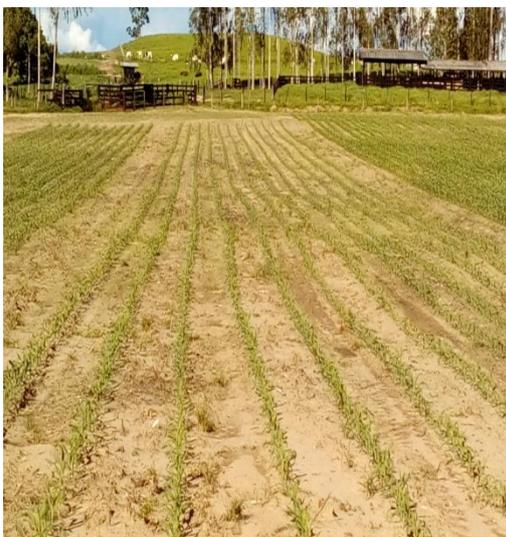


Figura 4. Espaçamento de 0,90 m entre linhas no plantio dos híbridos.

Foi respeitada uma distância de 2 metros de espaçamento entre os tratamentos (Figura 5).



Figura 5. Espaçamento entre os tratamentos.

A tabela 4 demonstra as características produtivas dos híbridos de milho com tecnologia VT PRO 2.

Tabela 4. Características dos híbridos de milho para silagem utilizados no experimento

Atributos	AG 8088	BM 3063	BM 709
Ciclo	Precoce	Precoce	Precoce
Altura da Planta	2,30 a 2,50 m	2,35 a 2,75 m	2,50 A 2,90 m
Tipo do Grão	Duro/Alaranjado	Semi- Dentado- Amarelo	Amarelo
Arquitetura Foliar	Semiereta	Normal	Semiereta
Qualidade do Colmo	Excelente	Excelente	Ótimo
Inserção da Espiga	1,25 a 1,35 m	1,45 a 1,85 m	1,45 A 1,85 m
Sistema Radicular	Bom	Bom	Bom
Finalidade de Uso	Dupla Aptidão	Produção de Silagem Planta Inteira e Sil. de Grão úmido	Dupla Aptidão
Stay Green	Bom	Bom	Ótimo

O ponto da colheita para ensilagem teve entre os híbridos uma janela de corte de nove dias, com as variedades BM 3063 e Agrocerees 8088 com corte aos 90 dias após plantio, e a BM 709 com 99 dias.

O corte das plantas foi realizado quando o grão se encontrava com 50% farináceo e 50% leitoso (Figura 6 e 7ab).



Figura 6. Estádio vegetativo das plantas de milho no momento do corte para ensilagem.

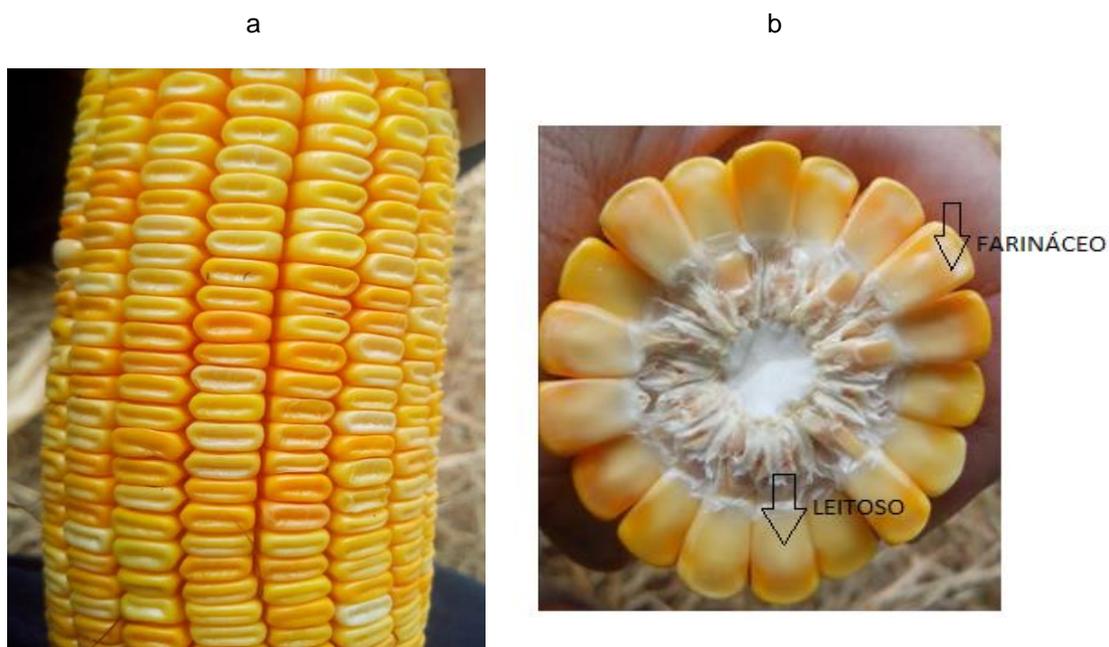


Figura 7. Em 7a, espiga no ponto de colheita e 7b ponto de colheita observando os grãos.

O corte das plantas foi feito manualmente com facão, com altura de 35 cm acima do solo. Foram coletadas aleatoriamente 10 plantas por linha, totalizando 120 plantas para cada híbrido avaliado (Figura 8ab).



Figura 8. Em 8a, altura de corte da planta e 8b as plantas escolhidas aleatoriamente.

Após o corte das plantas, as mesmas foram trituradas, utilizando uma ensiladeira automática, regulada para corte com tamanho de partícula de aproximadamente 1 cm (Figura 9 e Figura 10).



Figura 9. Processo de trituração.



Figura 10. Planta inteira de milho após trituração.

Após o término da trituração, o material de cada híbrido foi homogeneizado e imediatamente ensilado em minissilos de PVC com capacidade de três litros. Os minissilos utilizados apresentavam uma tampa adaptada com válvula tipo “Bunsen”, que permitia a saída de gases e impossibilitava a entrada de ar, e cerca de 200 g de areia posicionados no fundo

do silo, com a função de absorver o efluente produzido durante o processo. A fim de evitar contaminação da forragem, foi colocada sobre a areia, uma tela fina de plástico (Figura 11).

O material picado foi pesado e compactado de forma que a densidade atingisse aproximadamente 500 kg de Matéria Verde/m³ garantindo assim, condições semelhantes de porosidade dentro do minissilo, nos diferentes tratamentos (Figura 12a). Após o enchimento, os silos experimentais foram fechados com as tampas, vedados com o auxílio de fita adesiva e mantidos em ambiente protegido, sob temperatura ambiente, por um período de 60 dias (Figura 12b). Amostras de cada híbrido avaliado foram armazenadas em 07 minissilos, totalizando 21 minissilos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (híbridos de milho) e sete repetições (minissilos).



Figura 11. Confecção dos minissilos.



Figura 12. Em 12a, a foto demonstra o processo de compactação do material ensilado. Em 12b, apresenta os minissilos fechados.

Decorridos os 60 dias de armazenamento, os silos experimentais foram abertos e o material ensilado foi armazenado em sacos plásticos transparentes devidamente identificados com os minissilos correspondentes, com aproximadamente 200 gramas de amostra, sendo os sacos plásticos vedados com selador à vácuo, para impedir a entrada de oxigênio (Figura 13).

Após as amostras serem devidamente embaladas e identificadas, as mesmas foram congeladas e posteriormente enviadas para o Laboratório de Tecnologia da Unesp Jaboticabal em caixa de isopor com gelo para análises laboratoriais.

As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar à 105° C, por 72 horas, e moídas em moinho tipo Willey (Modelo Thomas) providos de peneiras de 1 mm. Depois da moagem, as amostras foram colocadas em embalagens de plástico, identificadas e armazenadas em local fresco, até o momento de serem submetidas às análises bromatológicas.

As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram feitas segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Dos constituintes da fração de carboidrato foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme Goering e Van Soest (1970). Os teores de hemicelulose, celulose e lignina foram estimados de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Parte do material (50 g) foi triturado com 200 mL de água destilada, em liquidificador, e filtrado em gaze para extração do suco, que foi utilizado, imediatamente, para análise de nitrogênio amoniacal N-NH₃ e pH. O teor de N-NH₃, como porcentagem do N total, foi dosado imediatamente após a extração do suco, utilizando-se óxido de magnésio e cloreto de cálcio (Cunniff, 1995).



Figura 13. Amostras prontas para serem encaminhadas para análise bromatológica.

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por meio da equação descrita por Rodrigues (2009): $\%NDT = 87,84 - (0,7 \times \%FDA)$.

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula sugerida por Hall (2000), em que: $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + Cinzas)$.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção dos valores de pH da silagem que não variaram entre os híbridos estudados, os demais parâmetros avaliados apresentaram diferença significativa entre os diferentes híbridos ($p < 0,05$) (Tabela 5).

O valor médio de pH observado nas silagens dos diferentes híbridos de milho foi de 3,88 (Figura 14), sendo considerado de ótima qualidade, pois se encontra na

a faixa de pH de 3,6 - 4,5 recomendada por Nussio et al. (2001), o que favorece a inibição do crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis do tipo *Clostridium*.

Tabela 5 – Médias e desvios padrões de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem de diferentes híbridos de milho com tecnologia VT PRO2.

Variáveis	Híbridos de milho / Médias e Desvios Padrões ¹		
	AG 8088	BM 709	BM 3063
MS (%)	28,84 ± 0,97 A	27,25 ± 0,82 B	26,95 ± 0,83 B
MM(%MS)	4,12 ± 0,32 B	4,40 ± 0,48 AB	4,74 ± 0,33 A
PB (%MS)	6,87 ± 0,29 A	5,89 ± 0,22 B	6,96 ± 0,39 A
FDN (%MS)	44,28 ± 2,38 C	52,39 ± 2,70 A	49,44 ± 0,97 B
HEM (%MS)	18,26 ± 1,58 B	20,80 ± 1,15 A	21,65 ± 0,76 A
FDA (%MS)	26,03 ± 2,06 B	31,59 ± 2,84 A	27,79 ± 1,05 B
CEL (%MS)	20,51 ± 1,60 B	25,69 ± 2,35 A	22,78 ± 0,82 B
LIG (%MS)	5,51 ± 0,62 AB	5,90 ± 0,63 A	5,01 ± 0,32 B
CNF (%)	40,82 ± 2,76 A	32,91 ± 3,24 B	34,34 ± 1,53 B
EE (%MS)	3,91 ± 0,27 B	4,40 ± 0,36 A	4,52 ± 0,30 A
NDT (%) ²	69,62 ± 1,44 A	65,72 ± 1,99 B	68,39 ± 0,73 A
pH	3,91 ± 0,14 A	3,79 ± 0,06 A	3,93 ± 0,09 A
N-NH ₃ (%)	5,69 ± 0,56 A	4,80 ± 0,37 B	4,88 ± 0,60 B

¹ - Valores seguidos pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey (p≥0,05)

² - %NDT = 87,84 - (0,7 x %FDA), segundo Rodrigues (2009)

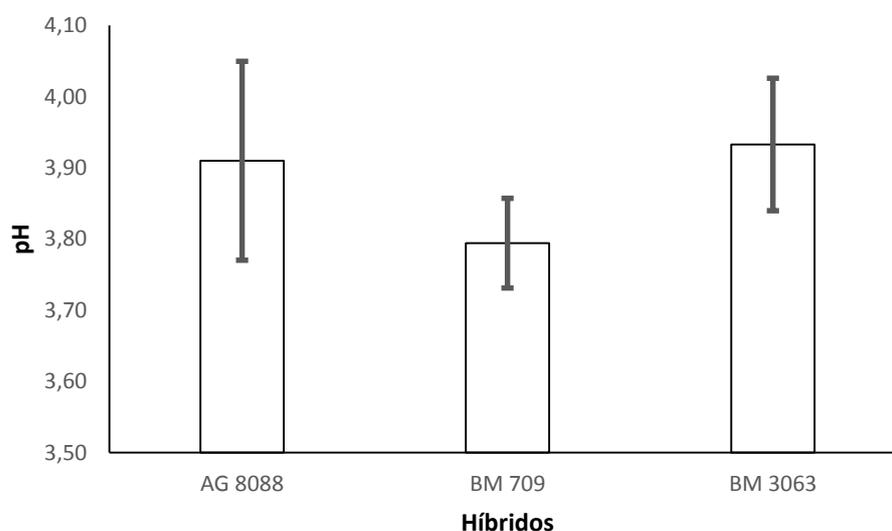


Figura 14 - Valores médios e desvios padrões de pH das silagens de diferentes híbridos de milho.

A silagem do híbrido AG 8088 apresentou maior valor de matéria seca (28,84%) em relação às silagens dos híbridos BM 709 e BM 3063 que não variaram entre si (27,25% e 26,95%, respectivamente), (Figura 15). A variação nos teores de matéria seca entre os híbridos indica que a determinação da idade para corte deve levar em conta as características de cada cultivar.

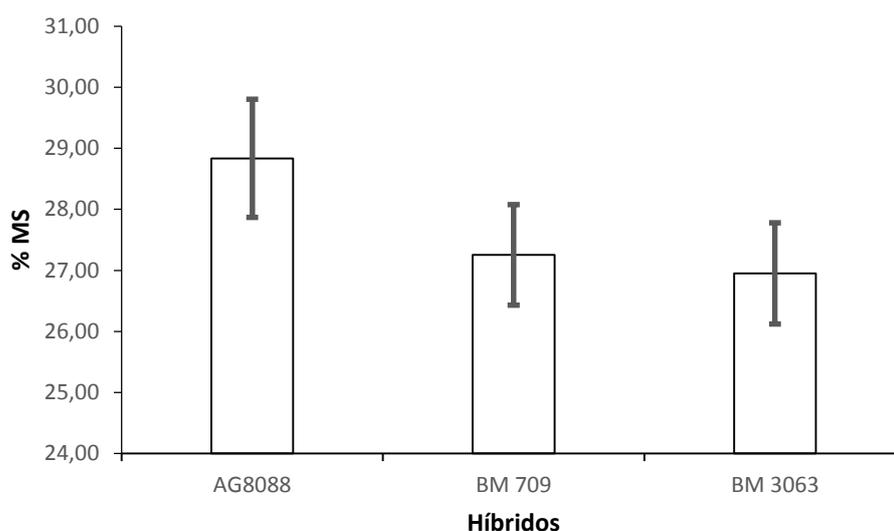


Figura 15 - Valores médios e desvios padrões de matéria seca (MS) das silagens de diferentes híbridos de milho.

O teor de MS contribui para a conservação da massa ensilada, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, sendo necessário para aumentar a concentração de nutrientes e o consumo pelos animais (Van Soest, 1994). Segundo Bal et al. (1997), teor de MS entre 30 e 35% está associada ao aumento do consumo voluntário de MS da silagem de milho e/ou da produção de leite.

De acordo com Pereira et al. (2007), silagens com teores de MS abaixo de 28% proporcionam acréscimo na lixiviação, com conseqüente perda de nutrientes e redução do material ensilado. Já Lauer (1996), mencionam o valor mínimo de 30% para evitar perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais.

O menor teor de umidade, associado à maior tensão osmótica, decorrente da concentração de nutrientes, inibe o surgimento de fermentações indesejáveis,

causadas por bactérias clostrídicas, sem prejudicar a fermentação láctica. Para melhor preservação de forragens com teores de MS abaixo de 30%, é necessário maior acidez ($\text{pH} < 4,0$), (Mühlbach, 1999). Vale ressaltar que no presente experimento, todas as silagens obtidas com os híbridos avaliados apresentaram $\text{pH} < 4,0$.

Nussio e Manzano (1999) relataram que os teores de 30 a 35% são obtidos nas plantas de milho quando a consistência dos grãos estiver variando entre o estágio pastoso e o farináceo duro, o que corresponde à visualização da linha de leite entre 1/3 e 2/3. No presente experimento, o corte das plantas foi realizado quando os grãos se encontravam com 1/2 farináceo e 1/2 leitoso, no entanto, o material ensilado ficou abaixo dos 30%, independente do híbrido avaliado.

A silagem do híbrido BM 3063 apresentou maior valor de matéria mineral (4,74%) em relação ao AG 8088 (4,12%), porém ambos não diferiram do BM 709 para este parâmetro (4,40%), (Figura 16). Pereira et al. (2017), avaliando a qualidade nutricional da silagem de cinco híbridos de milho, não observaram diferença nos teores de matéria mineral entre os híbridos, com média de 3,17, valor este inferior aos obtidos no presente experimento. Já, Possenti et al. (2005) obtiveram valor de 5,8% de MM na silagem de milho oriunda do cultivar AL-34.

A silagem dos híbridos AG 8088 e BM 3063 não diferiram no teor de proteína bruta (6,87 e 6,96, respectivamente), sendo a silagem do híbrido BM 709 a que apresentou a menor proporção de proteína (5,89%), (Figura 17). Valadares Filho et al. (2001) citaram o valor de 6,73% como a média do teor de proteína bruta da silagem de milho.

Mello e Nörnberg (2004), obtiveram valores de proteína bruta nas silagens produzidas a partir dos híbridos de milho DKB 215 e DKB 344 de 6,15% e 5,71%, respectivamente.

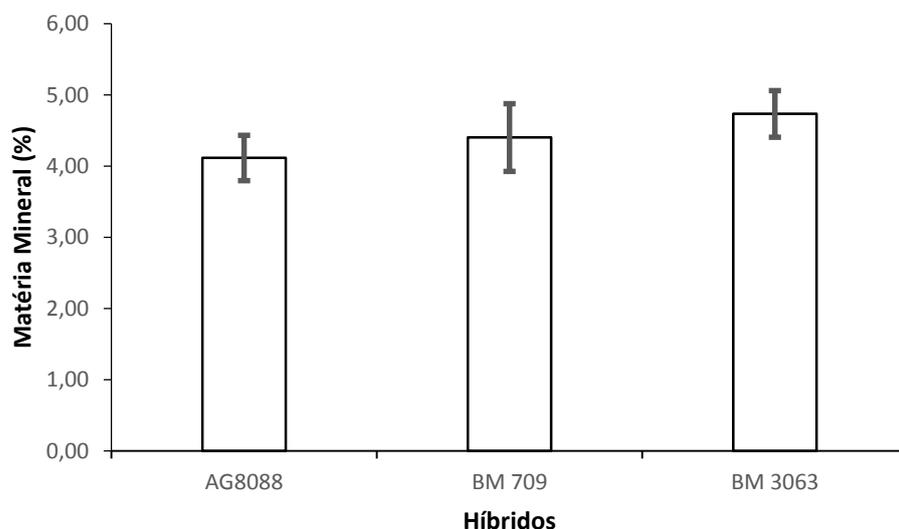


Figura 16 - Valores médios e desvios padrões de matéria mineral (MS) das silagens de diferentes híbridos de milho.

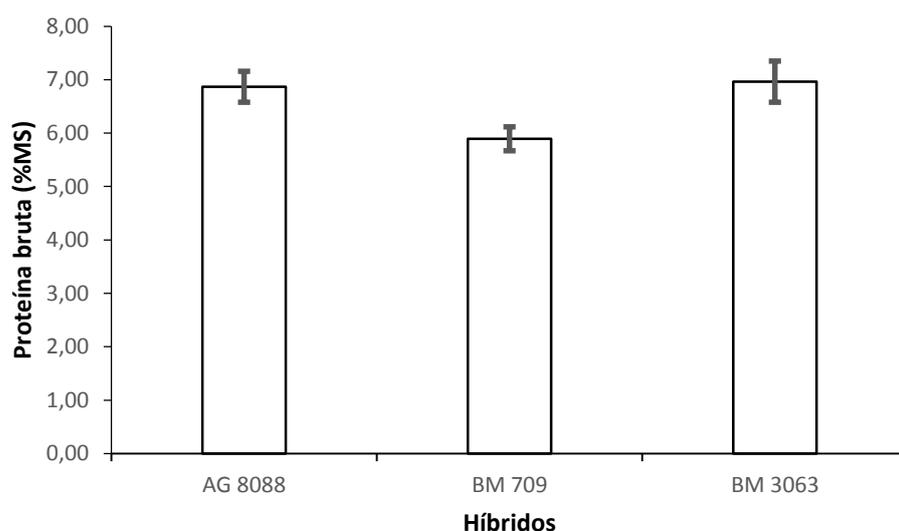


Figura 17 - Valores médios e desvios padrões de proteína bruta das silagens de diferentes híbridos de milho.

É importante destacar que a utilização de silagem com maior valor proteico é interessante pois possibilita ao produtor o fornecimento de menor quantidade de concentrado proteico, reduzindo o custo na formulação da dieta. A baixa quantidade de proteína bruta na dieta está relacionada à baixa quantidade de N degradável no rúmen, essencial para o adequado crescimento microbiano, o que leva a um menor

desaparecimento dos carboidratos fibrosos, diminuindo assim a taxa de passagem e conseqüentemente o consumo de matéria seca (Tedeschi *et al.*, 2000).

Os maiores valores de FDN foram observados para o híbrido BM 709 (52,39%), seguido pelo híbrido BM 3063 (49,44%) e AG 8088 (44,28%), que diferiram entre si ($p < 0,05$), (Figura 18). O menor valor de FDN observado na silagem do híbrido AG 8088 está relacionado ao menor percentual de hemicelulose em relação aos demais híbridos avaliados (Figura 19).

Os teores de FDA e celulose foram superiores na silagem do híbrido BM 709 em relação aos híbridos AG 8088 e BM 3063, que não diferiram entre si (Figuras 20 e 21).

Moro *et al.* (2015), avaliando a composição nutricional de dois híbridos de milho Bt, também encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os híbridos estudados, com valores de 31,35% para o milho 30F35H (Pioneer) e de 28,58% para o CD397YG (Coodetec), valores estes próximos aos obtidos no presente experimento.

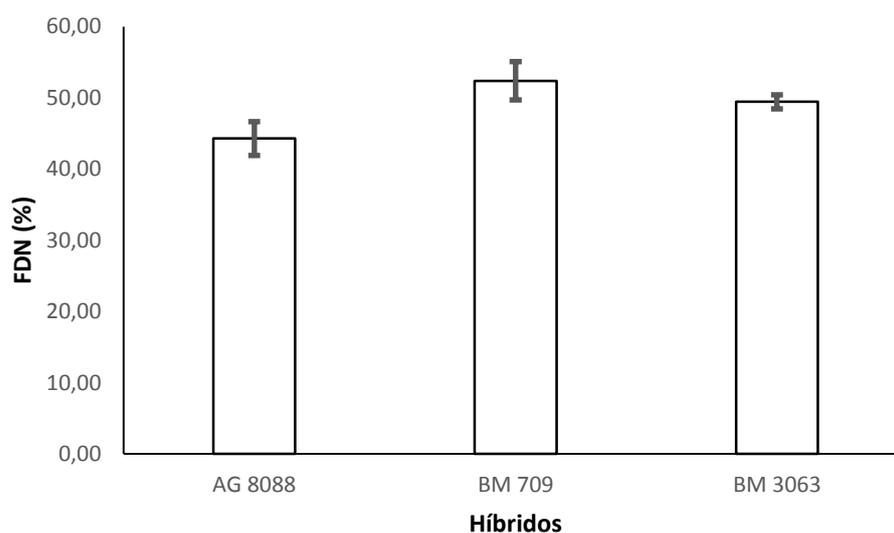


Figura 18 - Valores médios e desvios padrões de fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de diferentes híbridos de milho.

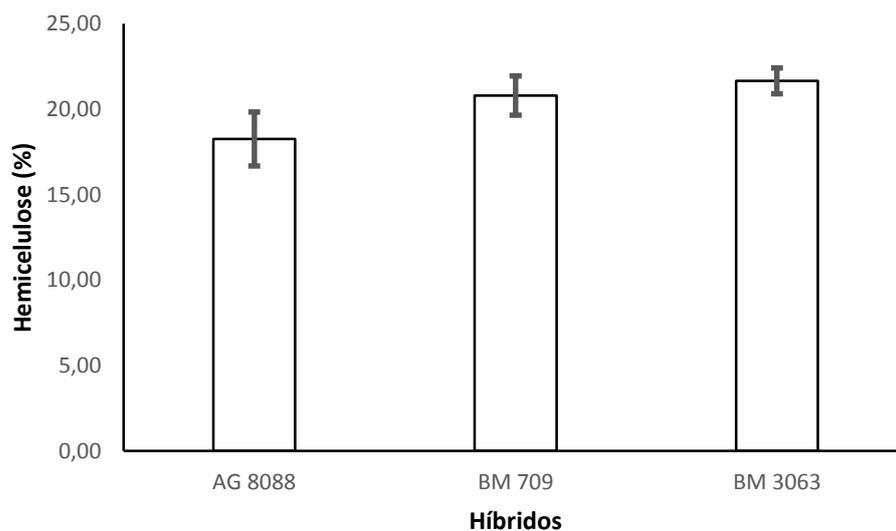


Figura 19 - Valores médios e desvios padrões de hemicelulose das silagens de diferentes híbridos de milho.

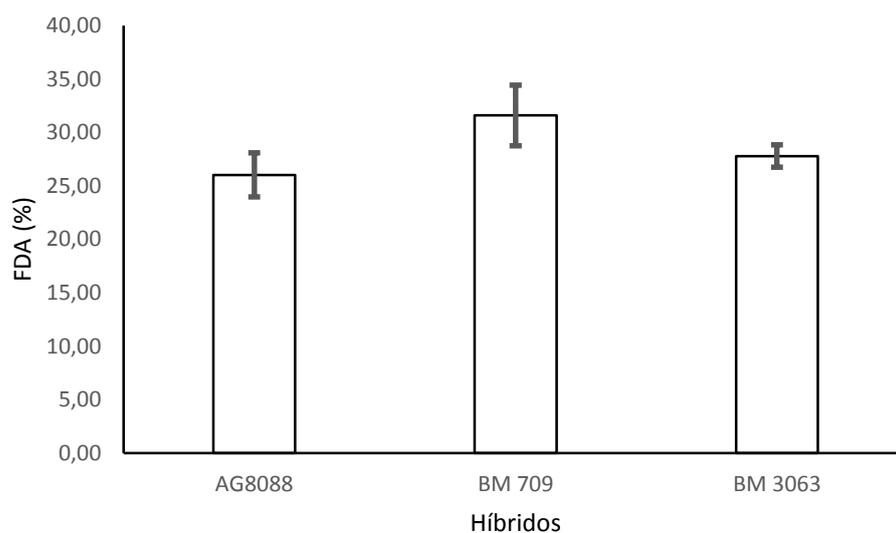


Figura 20 - Valores médios e desvios padrões de fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de diferentes híbridos de milho.

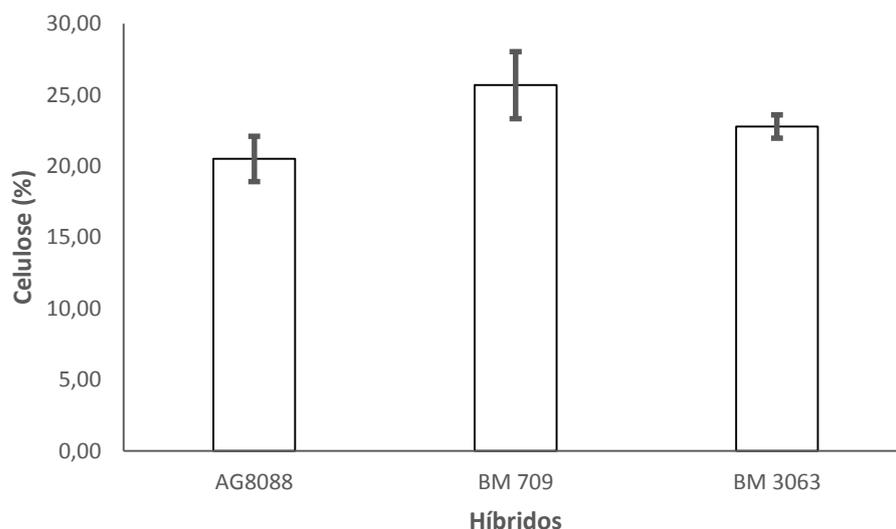


Figura 21 - Valores médios e desvios padrões de celulose das silagens de diferentes híbridos de milho.

A silagem proveniente do híbrido BM 709 apresentou maior valor de lignina em relação à silagem do híbrido BM 3063, sendo que ambas não diferiram do material ensilado com o AG 8088 (Figura 22).

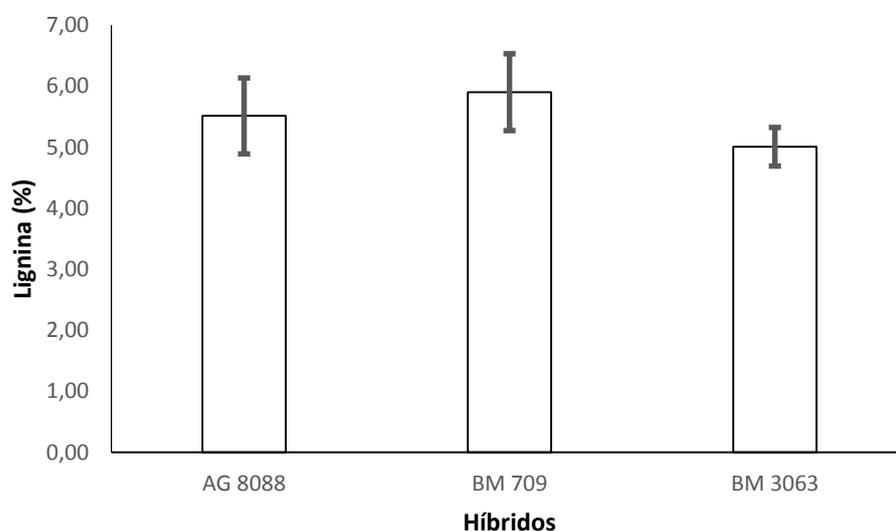


Figura 22 - Valores médios e desvios padrões de lignina das silagens de diferentes híbridos de milho.

O híbrido AG 8088 proporcionou a silagem com maior teor de CNF (40,82%), sendo que os híbridos BM 709 e BM 3063 não diferiram entre si (32,91% e 34,34%, respectivamente), (Figura 23). Entretanto, o híbrido AG 8088 apresentou o menor percentual em extrato etéreo (Figura 24)

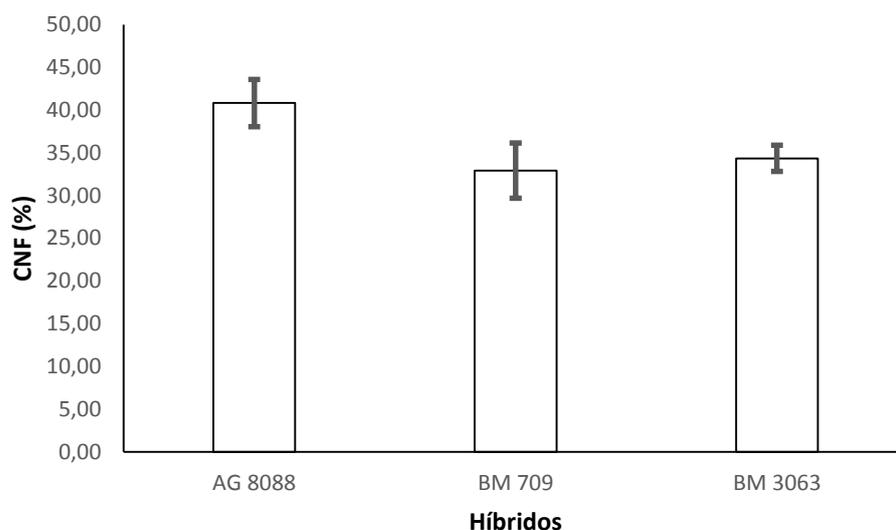


Figura 23 - Valores médios e desvios padrões de carboidratos não fibrosos (CNF) das silagens de diferentes híbridos de milho.

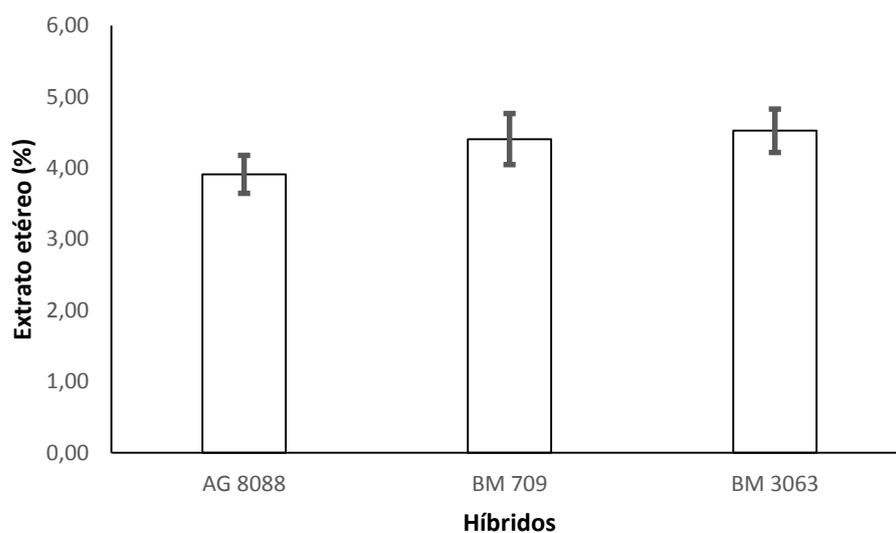


Figura 24 - Valores médios e desvios padrões de extrato etéreo (EE) das silagens de diferentes híbridos de milho.

O menor valor de NDT foi observado na silagem oriunda do híbrido BM 709, provavelmente em função dos maiores teores de FDN e FDA em relação aos demais híbridos avaliados e menor teor de PB (Figura 25).

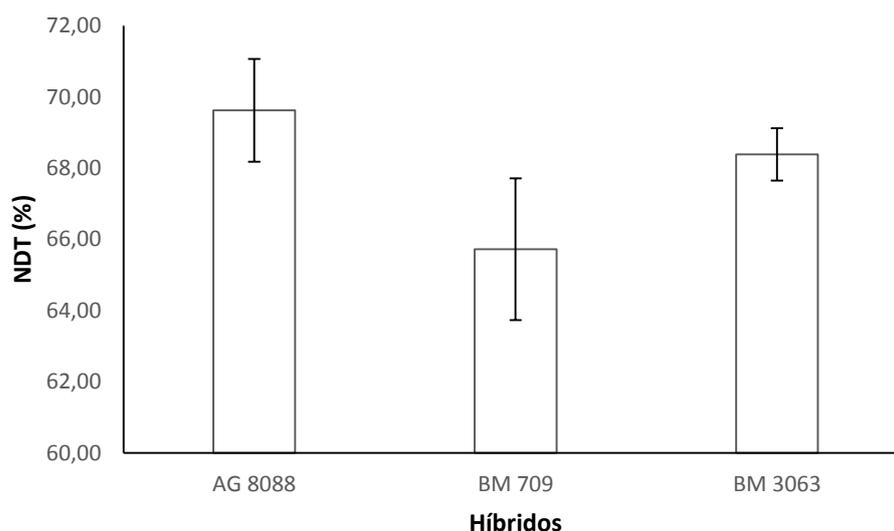


Figura 25 - Valores médios e desvios padrões de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de diferentes híbridos de milho.

O parâmetro de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) na massa ensilada é fundamental na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada. Os maiores teores de $N-NH_3/NT$ foram observados na silagem produzida a partir do híbrido AG 8088 (5,69%). Os híbridos BM 709 (4,8%) e BM 3063 (4,88%) não diferiram para este parâmetro (Figura 26). Apesar da diferença, os teores médios de $N-NH_3^+$ das silagens permaneceram abaixo de 10% do N total, indicando que houve fermentação láctica adequada. Segundo McDonald et al. (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 10%, sendo a amônia derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação como aminas, cetoácidos e ácidos graxos, por via de três processos bioquímicos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução. Por outro lado, Roth e Undersander (1995), caracterizando o perfil de fermentação típica de silagens de milho bem preparadas, afirmaram que os níveis de $N-NH_3/NT$ deveriam ser inferiores a 5%.

O N-amoniacal, expresso em porcentagem do N total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação, ou ainda a ocorrência de um aquecimento excessivo na massa do silo. Este calor excessivo, na presença de açúcares e nitrogênio, pode levar à reação de Maillard, ocasionando a reação dos açúcares com a proteína, formando substâncias contendo nitrogênio indisponíveis ao animal (Van Soest, 1994).

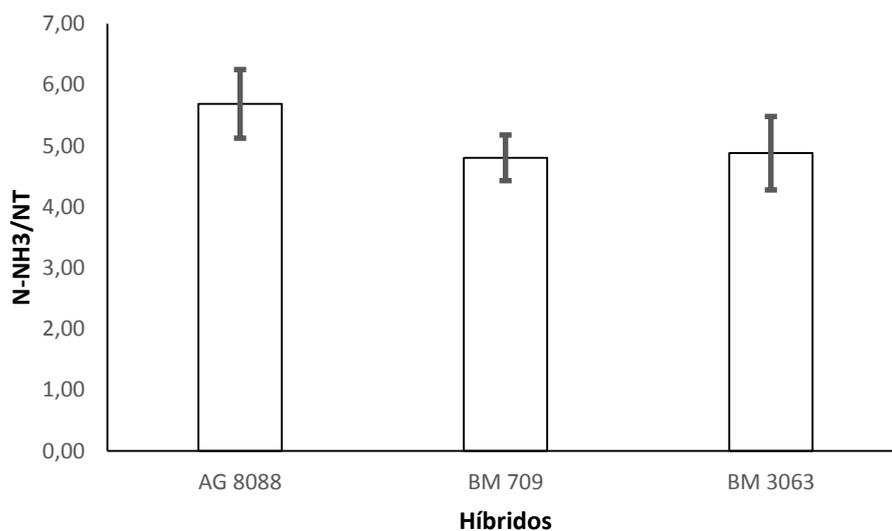


Figura 26 - Valores médios e desvios padrões de N-amoniaco, expresso em porcentagem do N total (N-NH₃/NT) das silagens de diferentes híbridos de milho.

4- CONCLUSÃO

As silagens confeccionadas a partir dos três híbridos de milho com tecnologia VT PRO2 apresentaram características bromatológicas e químicas que as caracterizam como silagens de boa qualidade, com destaque para os híbridos AG 8088 e BM 3063 para a maioria dos parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BAL, M.A.; COORS, J.G.; SHAVER, R.D. Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p.2497- 2503, 1997.

BEDIN, F.A.; ASMANN, E.J.; POLO, L.R.T.; SCHUSTER, I. Eficiência de eventos transgênicos de resistência a insetos em soja e milho. **Cultivando o saber**. v.8, n2, p. 201 – 214, 2015.

BERNARDI, O.; SORGATTO, R.J.; BARBOSA, A.D. et al. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**, v.58, p.33-40, 2014.

BEZERRA, E.S.; Von TIESENHAUSEN, I.M.E.V.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho associado com sorgo e rebrotas de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.1045-1054, 1993.

CAPALBO, D.M.F.; FONTES, E.M.G. **GMO guidelines project**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 56p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 38).

CHERNEY, D.J.R. Characterization of forages by chemical analysis. In: GIVENS D.I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London, UK: CABI, 2000. Cap.14, Sec 4, p.281-300.

COSTA, C.; CRESTE, C. R.; ARRIGONI, R. B.; SILVEIRA, A. C.; ROSA, G. J. M.; BICUDO, S. J. Potencial para ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 835-841, 2000.

CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of AOAC International**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995, v.1.

DEMARQUILLY, C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. **Production Animal**, v.7, n.3, p.177-189, 1994.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, J.G. et al. Silagem de milho - Características agronômicas e considerações. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.10, n.1, 2009.

FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; ANDRADE, J. B. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

FONSECA, A.H.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N. et al. Desempenho de cultivares de milho em relação às características agronômicas, químicas e degradabilidade da silagem. **Revista Ceres**, v.49, n.282, p.109-122, 2002.

FRANÇA, A.M.S.; FERREIRA, I.C; HERMISDORFF, Í.C. et al. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. *Ciência Rural*, v.45, n.4, p.684-689, 2015.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al. **Entomologia Agrícola**, Biblioteca de Ciências Agrárias - FEALQ, Volume 10, Piracicaba, 920 p., 2002.

GIANESSI, L. P.; CARPENTER, J. E. **Agricultural biotechnology: inset control benefits**. Washington: National Center for Food and Agricultural Policy, p.78, 1999.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis**. Florida: University of Florida, 2000. (Bulletin, 339).

JIMENEZ-JUAREZ, N.; MUNOZ-GARAY, C.; GOMEZ, I. et al. Bacillus thuringiensis Cry1Ab Mutants affecting oligomer formation are non-toxic to Manduca sexta larvae. **Journal of Biological Chemistry**. v.282, n.29, p.21222–21229, 2007.

LAUER, J, Harvesting silage at the correct moisture. **Wisconsin Crop Manager**. v. 3, n, 24, p,142-143, 1996.

LYNCH, R.E.; WISEMAN, B.R.; PLAINSTED, D. et al. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry1A(b) toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm. **Journal Economic Entomology**, College Park, v. 92, n. 1, p. 246-252, 1999.

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

MELLO, R.; NORBERG, J.L.; ROCHA, M.G. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4., n.1, p.79-94, 2005.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L. Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1537-1542, 2004.

MENDES, S.M.; MARUCCI, R.C.; MOREIRA, S.G. et al. Milho Bt: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Comunicado técnico, 157). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

MENDES, S.M.; LOPES, M.E.; WAQUIL, M.S. et al. M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A (b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

MICHELOTTO, M.D.; CROSARIOL NETTO, J.; FREITAS, R.S. et al. Milho transgênico (Bt): efeito sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, v.10, n.3, p.67-82, 2013.

MORO, J.G.; JOBIM, C.C.; KRÜGER, A.M. et al. Composição nutricional de milho *Bt* ensilado com inoculante enzimbacteriano e avaliado em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.3, p.864-872, 2015.

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

MULLIGAN, F. J., QUIRK, J., CAFFREY, P. J. Intake, digestibility, milk production and kinetics of digestion and passage for diets based on maize or grass silage fed to late lactation dairy cows. **Livestock Production Sciences**, v. 74, p. 113-124, 2002.

NILL, K., **Correcting the Mithsa: Presenting the Truth about why U.S Farmers have Adopted Biotechnology**. American Soybean Association. St Louis, MO. 2003.

NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.59-168.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho, In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos: Alimentação suplementar, 7. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1999. p,27-46.

NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; MOURA, J. C. Anais do 2º Workshop sobre milho para silagem. FEALQ, Piracicaba, SP, 2001.

OLIVEIRA, J.S. Manejo do silo e utilização da silagem de milho e sorgo. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. (Eds.) Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 473-518.

Oliveira, L.B.D.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P.D.; Ribeiro, L.S.O.; Almeida, V.V.D., Peixoto, C.A.D.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, 2010.

Pereira, E.S.; Mizubuti, I.Y.; Pinheiro, S.M. et al. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L). **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

POSSENTI, R.A; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M.S. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35 n.5, p.1185-1189, 2005.

RODRIGUES, R. C. **Avaliação químico-bromatológica de alimentos produzidos em terras baixas para nutrição animal**. Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2009. 31 p.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. et al. Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.302-312, 2004.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn silage production management and feeding**. Madison American Society of Agronomy, 1995. p.27-29.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L. M.; PEREZ NETTO, D.; LIMA, L. D. Composição e digestibilidade in vitro de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.

SHOEMAKER, R.; HARWOOD, J.; DAY-RUBENSTEIN, K. et al. Economic issues in agricultural biotechnology. In: Agriculture Information Bulletin No. AIB762. Econ. Res. Service, US Department of Agriculture, p. 64, 2001.

SILVA-FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinase produzidos pelas plantas. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v.2, p.38-42, 2000.

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

SOUZA, M.P. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem**. Dissertação (Mestrado). Guarapuava. Universidade Estadual do Centro-Oeste, 49f., 2013.

SOUZA, J.P.F.; MARTINS, G.L.M.; PEREIRA, A.C. et al. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento inicial de milho transgênico. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.2, n.3, p.13–17, 2015.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net carbohydrate and protein system. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1648-1658, 2000.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos, 57).

VAECK, M.; REYNAERTS, A.; HÖFTE, H.; et al. Transgenic plants protected from insect attack. **Nature**, v.328, p.33-37, 1987.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F., ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p.159-185. p.291-358.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 3. Composição químico-bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.556-566, 2003.

ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F.; FOSTER, J.E. Resistência de milho (*Zea mays* L.) transgênico à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, p.1-11, 2002.

WAQUIL, J. M. Manejo fitossanitário e ambiental: milho transgênico Bt e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho. 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/ManFito/Index.htm. Acesso em: 22 abril. 2019.