



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

MAYARA DE SOUSA DOS SANTOS

**MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO UTILIZANDO POLIACRILATO COMO
HIDRORETENTORES E ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO: EFICIÊNCIA
AGRONÔMICA, PRODUÇÃO DE BIOMASSA, SANIDADE E PRODUÇÃO DE
GRÃOS E SILAGENS EM DIETAS DE RUMINANTES NO PERÍODO DE SECA**



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

MAYARA DE SOUSA DOS SANTOS

**MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO UTILIZANDO POLIACRILATO COMO
HIDRORETENTORES E ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO: EFICIÊNCIA
AGRONÔMICA, PRODUÇÃO DE BIOMASSA, SANIDADE E PRODUÇÃO DE
GRÃOS E SILAGENS EM DIETAS DE RUMINANTES NO PERÍODO DE SECA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador(a): Prof^a. Dra.
Daniele de Jesus Ferreira.

Coorientador: Prof. Dr.
Anderson de Moura Zanine;
Dr. Danillo Marte Pereira.

Chapadinha – MA

2023



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

MAYARA DE SOUSA DOS SANTOS

**MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO UTILIZANDO POLIACRILATO COMO
HIDRORETENTORES E ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO: EFICIÊNCIA
AGRONÔMICA, PRODUÇÃO DE BIOMASSA, SANIDADE E PRODUÇÃO DE
GRÃOS E SILAGENS EM DIETAS DE RUMINANTES NO PERÍODO DE SECA**

Aprovada em 25/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Daniele de Jesus Ferreira (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Danillo Marte Pereira (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Alberto Jefferson da Silva Macêdo (Membro externo)
Universidade Federal da Paraíba

Dr. Dilier Olivera Viciado (Membro externo)
Universidad de O'Higgins-Chile

Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa dos Santos, Mayara.

MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO UTILIZANDO POLIACRILATO
COMO HIDRORETENTORES E ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO:
EFICIÊNCIA AGRONÔMICA, PRODUÇÃO DE BIOMASSA, SANIDADE E
PRODUÇÃO DE GRÃOS E SILAGENS EM DIETAS DE RUMINANTES NO
PERÍODO DE SECA / Mayara Sousa dos Santos. - 2023.
50 p.

Coorientador(a): Anderson de Moura Zanine.

Orientador(a): Daniele de Jesus Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal/ccch, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha - MA, 2023.

1. Estresse hídrico. 2. Produtividade. 3. Silagem de
ração em mistura total. 4. Zea mays. I. de Jesus
Ferreira, Daniele. II. de Moura Zanine, Anderson. III.
Título.

Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



“Você vai ser o que você quiser ser”
M.F



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao homem que mais amei e que me incentivou e seguir por ele, meu pai Pedro Conceição (*in memória*).



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar o dom da vida. A Ele toda honra e toda glória!

A minha orientadora Profa. Dra. Daniele Ferreira e o Prof. Dr. Anderson Zanine, pela oportunidade e pela confiança no desenvolvimento desse trabalho. A vocês meu respeito e gratidão. Obrigada por tudo.

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCCh), em especial ao Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal (PPGCA) e a todos que o fazem, obrigada por colaborarem de forma significativa para minha formação.

Aos doutores Francisco Naysson, Danilo Marte, Dilier Viciado, Flaming Sena e Hactus Souto, obrigada pelas experiencias trocadas e pelos momentos de descontração.

A minha mãe, Maria da Luz por nunca me abandonar, por todo apoio, conselhos e incentivo durante esse período que estive aqui. Obrigada por tanto mãe.

Aos meus irmãos, Elton e Danilo, obrigada por serem vocês, por fazerem parte da minha existência.

A minha família de Chapadinha em nome da Profa. Dra. Mariléia Furtado, pela acolhida como filha, por sempre acreditar em mim, por nunca ter me deixado desistir. Obrigada por fazer parte da minha vida.

A fundação de fomento FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico no Maranhão) pelo apoio com bolsa de estudos durante o período do mestrado.

A todos os professores que fizeram parte da minha trajetória na UFMA/CCCh, obrigada pelos exemplos, incentivos e ensinamentos.

Aos meus companheiros de República, Antônio, Hermerson, Marcus Paulo, Mikael e Geisiane por todo apoio e incentivo.

Aos amigos de laboratório e saidinhas, em especial, Renata Costa, Francisca Claudia, Clotilde Moraes e Carlos Rodolfo, obrigada por todos os momentos que vivemos durante o experimento, durante os estudos para estatísticas, por não terem me deixado desistir, por terem me dado força no momento em que mais precisei, gratidão por cada conhecimento compartilhado e pelas

inúmeras vezes que me fizeram sorrir, acreditar e apoiar durante esses dois anos. Vocês foram fundamentais para a realização deste projeto.

Aos bolsistas PIBIC, Sabrina, Emanuele, Rodrigo, Vanilsa, e Diego Henrique obrigada por toda ajuda durante o experimento em campo e realização das análises laboratoriais.

A professora Mariléia Furtado, por ceder seus instrumentos de trabalho para que pudéssemos realizar atividades em campo e laboratório.

Ao grupo FOPAMA, obrigada pelos empréstimos (cadinhos, tubos digestores, suportes).

Ao grupo LANUMA, obrigada pelo suporte com materiais e equipamentos.

Aos funcionários responsáveis pela limpeza e segurança, obrigada pelo suporte durante o período de análises e nas vezes em que precisamos sair mais tarde do laboratório.

Gratidão!



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Cultura do Milho	16
2.2. Uso e polímero retentor de umidade no período de estiagem	17
2.3. Silagem de Milho	18
2.4. Silagem de ração total	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Local experimental	20
3.2. Adubação	22
3.3. Implantação da cultura e aplicação do polímero de umidade	23
3.4. tratos culturais	24
3.5. Características Agronômicas	24
3.6. Preparo e ensilagem do Milho e da SRT	26
3.7. Perfil Fermentativo	28
3.8. Análise Química	29
3.9. Estabilidade aeróbica	30
3.10. Análises estatísticas	31
4. RESULTADOS	31
4.1. Ensaio I	31
4.2. Ensaio II	34
5. DISCUSSÃO	37
5.1. Ensaio I	37
5.2. Ensaio II	40
6. CONCLUSÃO	43
REFERENCIAS.....	44

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

AP = Altura da Planta

APB = Altura da Planta até Folha Bandeira

APIE = Altura da Planta até Inserção da Espiga

DCP = Diâmetro do Colmo da Planta

DEP = Diâmetro da espiga com palha

DESP = Diâmetro da espiga sem palha

CT = Capacidade Tamponante

CHOs = Carboidratos Solúveis Residuais

EA = Estabilidade Aeróbia

ECP = Espiga com palha

EE = Extrato Etéreo

FDA = Fibra em Detergente cido

FDN = Fibra em Detergente Neutro

HEM = Hemicelulose

MS = Matéria Seca

MM = Matéria Mineral

NFM = Número de Folhas Mortas/Planta

NFV = Número de Folhas Vivas/Planta

N-NH₃ = Nitrogênio Amoniacal

PB = Proteína Bruta

PE = Perdas por Efluentes

PG = Perdas por Gases

RMS = Recuperação da Matéria Seca

TMR = Total Mixed Ration

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas da análise de solo.....	21
Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais de vacas de leite.....	25
Tabela 3 – Composição química dos ingredientes e das dietas de vaca de leite.....	26
Tabela 4 - Avaliação morfológica do milho híbrido com uso de polímeros retentores de umidades no solo.....	30
Tabela 5 - Avaliação da produção de biomassa do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo.....	31
Tabela 6 - Avaliação agrônômica dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.	32
Tabela 7 - Características dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.	32
Tabela 8 - Sanidade do colmo e das folhas do milho com uso de retentores de umidades no solo. .	33
Tabela 9 - Efeito de interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre o pH, Capacidade Tamponante (CT) e Carboidratos Solúveis Residuais (CHOs) da silagem.....	34
Tabela 10 - Efeito de interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre as Perdas por Efluentes (PE), Perdas por Gases (PG) e Recuperação da Matéria Seca (RMS) da silagem.....	34
Tabela 11 - Efeito de interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) da silagem.....	35
Tabela 12 - Efeito de interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre a Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Hemicelulose (HEM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), e Fibra em Detergente Ácido (FDA) da silagem.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação semanal e mensal (mm) durante o período experimental.....	19
Figura 2 - Dados de temperaturas (°C) durante o período experimental.....	20
Figura 3 - Dados de umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade durante o período experimental.....	20
Figura 4 - Croqui da área experimental.....	22
Figura 5 - Fenologia do milho, figura A milho no estágio V3, figura B milho no estágio reprodutivo R2.....	24
Figura 6 - figura A pesagem da silagem de milho, figura B compactação e vedação do silo.....	26
Figura 7 - figura A análise de proteína, amostras de milho digerida, figura B análise de FDN.....	28
Figura 8 - Figura A sensores de temperatura para avaliação da estabilidade, figura B mensuração de pH após a abertura dos silos.....	29
Figura 9 - Valores médios do tempo de estabilidade aeróbia das silagens sem (A) e com mistura concentrada (B) quando expostas ao.....	36

RESUMO

A estacionalidade na produção de forragem no Brasil é desafiante para a alimentação animal, fazendo com que durante o período de estiagem as pastagens apresentem uma redução no seu crescimento e desenvolvimento, ocasionando baixa oferta de forragens. Objetivou-se determinar as características agrônômicas da planta do milho submetido ao uso de polímero retentor de umidade no solo e as características qualitativas e nutricionais da silagem milho exclusiva e na forma de ração em mistura total. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em Controle, sem polímero retentor de umidade; 0 Dias: polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio; 5 Dias: polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias e 10 Dias: polímero retentor de umidade com hidratação a cada 10 dias. O experimento foi realizado em dois ensaios, onde no ensaio I foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: Peso da planta inteira (PPI, kg); Peso de folhas vivas/planta (PFV, g); Peso de folhas mortas/planta (g); Produção de folhas vivas/planta (kg/ha); Produção de folhas mortas/planta (PFM, kg/ha), Produção de biomassa total (PBT, kg/ha); Relação folha viva: folhas senescentes; Relação biomassa total: folhas vivas; e determinar a sanidade de colmo e folha. No ensaio II foram avaliadas as características nutricionais da silagem: Matéria Seca (MS); Proteína Bruta (PB); Extrato Etéreo (EE); Matéria Mineral (MM); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Ácido; Carboidratos Solúveis em Água (CHOs); pH; Nitrogênio Amoniacal [(N-NH₃)/Nitrogênio total]; Perdas por Gases (PG); Perdas por Efluentes (PE); Recuperação de Matéria Seca (RMS) e Estabilidade Aeróbia (EA). As silagens de ração em mistura total foram compostas por 60% de volumoso, silagem de milho e 40% de concentrado as mesmas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de vacas de leite com peso corporal médio de 450 kg e produção média de leite: 15 litros/dia. Houve diferença para a variável diâmetro da espiga sem palha (DESP) onde o uso do polímero retentor de umidade no solo apresentou melhores médias. Foi observado diferença (P<0,05) para todas as variáveis de produção de biomassa do milho em função do uso dos polímeros retentores de umidade no solo. Para PFV, PBT, PFM e relação folhas vivas/folhas senescentes o polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias apresentou as maiores médias. Houve diferença (P<0,05) para as variáveis agrônômicas dos grãos de milho em função dos retentores de umidade no solo. Não houve diferença (P>0,05) para as características dos grãos de milho em função dos polímeros retentores de umidade no solo, bem como para a sanidade do colmo e folhas. As perdas por efluentes apresentaram diferença (P<0,05) em função do polímero retentor de umidade. Houve interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada para a variável nitrogênio amoniacal, houve efeito do polímero somente para a variável matéria mineral, onde o tratamento controle e 0 dias apresentaram maiores médias. Houve efeito isolado da mistura concentrada para todas as variáveis. Conclui-se que o uso do polímero retentor de umidade no solo hidratados a cada 5 dias apresentou melhorias na eficiência de produção para o cultivo do milho na entressafra agrícola. Enquanto, a silagem na forma de ração em mistura total apresentou melhores características nutricionais.

Palavras-chave: estresse hídrico, produtividade, silagem de ração em mistura total, *Zea mays*

ABSTRACT

Seasonality in forage production in Brazil is challenging for animal nutrition, meaning that during the dry period, pastures present a reduction in their growth and development, causing a low supply of forage. The objective was to determine the agronomic characteristics of the corn plant subjected to the use of moisture-retaining polymer in the soil and the qualitative and nutritional characteristics of the exclusive corn silage and in the form of feed in total mixture. The experimental design was in randomized blocks with four treatments and four replications. The treatments consisted of Control, without moisture-retaining polymer; 0 Days: moisture-retaining polymer hydrated on the day of planting; 5 Days: moisture-retaining polymer hydrated every 5 days and 10 Days: moisture-retaining polymer hydrated every 10 days. The experiment was carried out in two trials, where in trial I the following agronomic characteristics were evaluated: Whole plant weight (PPI, kg); Weight of live leaves/plant (PFV, g); Weight of dead leaves/plant (g); Production of live leaves/plant (kg/ha); Production of dead leaves/plant (PFM, kg/ha), Production of total biomass (PBT, kg/ha); Living leaf: senescent leaves ratio; Total biomass: living leaves ratio; and determine the health of the stem and leaves. In trial II, the nutritional characteristics of the silage were evaluated: Dry Matter (DM); Crude Protein (CP); Ethereal Extract (EE); Mineral Matter (MM); Fiber in Neutral Detergent (NDF); Fiber in Acid Detergent; Water Soluble Carbohydrates (CHOs); pH; Ammonia Nitrogen [(N-NH₃)/Total Nitrogen]; Gas Losses (PG); Effluent Losses (PE); Dry Matter Recovery (RMS) and Aerobic Stability (EA). The feed silages in total mix were composed of 60% roughage, corn silage and 40% concentrate. They were formulated to meet the nutritional requirements of dairy cows with an average body weight of 450 kg and average milk production: 15 liters/day. There was a difference for the variable ear diameter without straw (DESP), where the use of moisture-retaining polymer in the soil showed better results. A difference ($P<0.05$) was observed for all corn biomass production variables due to the use of moisture-retaining polymers in the soil. For PFV, PBT, PFM and ratio of living leaves/senescent leaves, the moisture-retaining polymer hydrated every 5 days presented the highest averages. There was a difference ($P<0.05$) for the agronomic variables of corn grains depending on the moisture retention in the soil. There was no difference ($P>0.05$) for the characteristics of corn grains depending on the moisture-retaining polymers in the soil, as well as for the health of the stalk and leaves. Effluent losses showed a difference ($P<0.05$) depending on the moisture-retaining polymer. There was an interaction between the moisture-retaining polymer and the concentrated mixture for the ammonia nitrogen variable, there was an effect of the polymer only for the mineral matter variable, where the control treatment and 0 days presented higher averages. There was an isolated effect of the concentrated mixture for all variables. It is concluded that the use of moisture-retaining polymer in soil hydrated every 5 days showed improvements in production efficiency for corn cultivation in the agricultural off-season. Meanwhile, silage in the form of feed in total mixture showed better nutritional characteristics.

Keywords: water stress, productivity, feed silage in total mix, *Zea mays*

1. INTRODUÇÃO

O planejamento agrícola leva em consideração alguns fatores que podem comprometer negativamente a produção agrícola, como a escolha da cultivar, o solo que será cultivado, a disponibilidade e demanda de água, a implantação do sistema de irrigação, o uso de novas tecnologias que potencializam a eficiência do uso da água afim de solucionar problemas relacionados a escassez hídrica (SOUSA et al., 2021).

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura bastante utilizada na entressafra agrícola, isso se deve à facilidade que a mesma apresenta de se adaptar em diferentes condições ambientais. Essa cultivar apresenta elevado potencial produtivo, e um excelente valor nutritivo, onde apresenta teores de amido (70 a 80 %), NDT (60 a 80 %), FDN (38 a 45%) e PB de (6 a 8%) com base na matéria seca. A importância do milho decorre de sua grande área cultivada, seu valor nutritivo e seu papel socioeconômico, sendo também a principal fonte de renda para milhares de pessoas (SANTOS, 2012). O que o torna como uma cultura muito utilizada como fonte de alimento humano, na fabricação de rações para alimentação animal, e na produção de combustível (BEZERRA et al., 2023).

De acordo com Albuquerque; Resende (2017), por mais que o milho apresente facilidade de adaptação em condições desfavoráveis, o mesmo requer uma alta demanda hídrica no período de enchimento de grãos. No entanto, os déficits hídricos que ocorrem nesse período, causam reduções na produtividade. A cultura do milho chega a produzir 1 kg de grão para cada 454 L de água e 1 kg de matéria seca por cada 238 L de água absorvida.

O milho é um alimento em que seus grãos são considerados de grande importância para a formulação de ração, atuando como contribuinte energético e sua parte vegetativa é utilizada na confecção de silagem (SILVEIRA et al., 2021). Além de apresentar uma boa composição química como: teores de matéria seca (MS) de 30 a 35%, uma quantidade mínima de 3% de carboidratos (CHOs) e boa fermentação microbiana (KIYOTA et al., 2011), o que o torna uma importante forragem na produção de silagem, por ser um dos principais alimentos volumosos fornecido para animais em confinamento e nos demais sistemas o mesmo pode ser ofertado durante o período de escassez de pastagens (PEREIRA et al., 2007).

No Brasil, há uma estacionalidade na produção de forragem o que torna um desafio na alimentação animal, fazendo com que durante o período de estiagem as pastagens apresentem uma redução no seu crescimento e desenvolvimento, ocasionando baixa oferta de forragens (LIMA, 2019). Com base nisso, o polímero retentor de umidade ou comumente conhecido como hidrogel, vem sendo implementado na agricultura por apresentar elevada capacidade de absorção e

armazenamento da água no solo, na qual, esta é liberada gradualmente para as raízes, o que permitirá um desenvolvimento vegetal contínuo mesmo em condições de déficit hídrico (CARVALHO, 2016).

Esse polímero retentor de umidade é constituído por redes poliméricas tridimensionais formadas por macromoléculas que permitem absorver uma quantidade significativa de água e a mantêm retida dentro de sua estrutura para liberação gradativa, permitindo uma maior reposição de água no solo e reduzindo os efeitos do estresse hídrico sobre a planta (BREDEMEIER et al., 2022). Quando relacionados à irrigação em culturas agrícolas, maximiza a eficiência hídrica, resultando em maior vigor, crescimento das plantas, além de melhorar as condições físicas do solo, possibilitando melhoria na aeração e drenagem do solo (CARVALHO, 2016).

O uso do polímero retentor de umidade no solo proporciona redução do déficit hídrico, ao associar com a irrigação, o mesmo propicia aumento nos intervalos de irrigação uma vez que a água ofertada por esse sistema é retida nas estruturas do polímero e liberada lentamente, essa técnica reduz as perdas por percolação e/ou lixiviação, o que o torna uma importante estratégia a ser adotada no cultivo de espécies forrageiras como o milho cultivados na entressafra agrícola.

Visando obter uma eficiência hídrica durante o ciclo da cultura do milho cultivado na entressafra agrícola, o uso do polímero retentor de umidade vem sendo utilizado com a finalidade de racionalizar o uso da água ofertada e proporcionar melhor produção de biomassa e grão. Diante disso o presente estudo teve como objetivo determinar as características agrônômicas da planta do milho submetido ao uso de polímero retentor de umidade no solo e as características qualitativas e nutricionais da silagem milho exclusiva e na forma de ração em mistura total.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O cultivo do milho teve início nas sociedades primitivas americanas, onde sua divisão se dava a partir de atividades como a caça, pesca, artesanato e a colheita vegetal. Essas atividades eram divididas e praticadas de acordo com o sexo e a idade. Os homens eram responsáveis pela caça e pesca, enquanto as mulheres ficavam encarregadas da colheita de raízes e da domesticação de plantas selvagens. Intencional ou involuntariamente, a domesticação de plantas, incluindo o milho (ALCÂNTARA, 2019).

A cultura do milho possui grande importância social e econômica devido ao alto valor nutricional de seus grãos e sua ampla utilização, destacando-se nas alimentações humana e animal. A produção de grãos, em sua maioria, destina-se ao consumo animal, representando em média de 70%

a 90% da produção total (CRUZ et al, 2011). O milho é amplamente utilizado como matéria-prima na indústria. Seu papel social consiste principalmente em ser um alimento de baixo custo, com a possibilidade de cultivo tanto em grande escala quanto por pequenos produtores. Isso faz do milho um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, sendo o segundo grão mais cultivado no território nacional (CONAB, 2020).

Uma cultura com grande acúmulo de biomassa, além de ofertar uma boa produtividade de grãos em média de 5.319 kg. ha⁻¹ (CONAB 2022). Esses são fatores importantes, o que a torna como primeira opção para a alimentação animal, uma vez que, a criação animal é parte significativa dos meios de subsistência da população (GHEYSARI et al., 2017). Neste contexto, o milho é um dos cereais mais eficientes no que diz respeito ao armazenamento de energia existentes, seu cultivo é de grande interesse econômico e nutricional. Atualmente, as pesquisas têm desenvolvido outras variedades de milho, tornando seu cultivo viável em diversas regiões, com diferentes climas, temperaturas e práticas de manejo (MAGALHÃES, 2002; ALMEIDA et al., 2017).

2.2. Uso e polímero retentor de umidade no período de estiagem

Os polímeros retentores de umidade no solo (hidrogeis), surgiram com o intuito de potencializar o crescimento das culturas. Este produto vem sendo utilizado com a finalidade de promover por mais tempo a umidade da área. Os polímeros usados para esse método são chamados de polímeros hidroabsorventes ou também são denominados de hidrorretentores, hidropolímeros ou hidrogeis. São produzidos a partir de produtos artificiais derivados do refino do petróleo e constituem-se de redes poliméricas hidrofílicas tridimensionais (SANTONI et al., 2008). O uso desses produtos contribui de forma positiva na implantação de culturas, uma vez que, atuam melhorando a eficiência da água no solo, devido a uma melhor aeração e drenagem do mesmo, permitindo um melhor ambiente para crescimento e desenvolvimento radicular (LIMA & SOUZA, 2011).

Os polímeros retentores de umidade no solo, são grânulos de Poliacrilato de Potássio, um sal de potássio de ácido poliacrílico com a fórmula química $[-CH_2-CH(CO_2K)]$. São constituídos por monômeros de carbono ligados por pontes de hidrogênio (Cross Linked), com capacidade de absorver e armazenar até mil vezes o seu próprio peso, logo que 1 L de água é o suficiente para hidratar 5g do polímero. Apresentam características atóxicas, biodegradáveis e com vida útil no solo de até 5 anos.

Os polímeros retentores de umidade no solo vem apresentando evolução devido ao seu potencial agrícola, destacando-se cada vez mais nesse setor, devido às funções que o mesmo apresenta. Algumas pesquisas internacionais têm encontrado progressos significativos com o uso desses produtos, principalmente, em relação as características de retenção de água dos mesmos e do poder biodegradável que esses polímeros apresentam (MONTESANO et al., 2015).

A utilização dos polímeros retentores de umidade como condicionantes do solo é aplicada com a finalidade de aumentar a umidade do solo em regiões com déficit hídrico ou período seco. Esse produto tem a capacidade de reter a água e disponibilizá-la de forma gradativa para as culturas agrícolas, possibilitando uma redução na frequência de irrigação e permitindo uma melhor relação solo/água, além de melhorar o rendimento das culturas. Os polímeros atuam na redução de perdas por lixiviação e percolação de nutrientes, ajudam a melhorar a drenagem do solo, acelerando o crescimento do sistema radicular, assim como da parte aérea da planta, atuando positivamente na absorção de nutrientes e, conseqüentemente, favorecendo o aumento da produtividade (AOUADA, 2009; VENTUROLI; VENTUROLI, 2011; MENDONÇA et al., 2013).

No setor agrícola, o uso dos polímeros retentores de umidade já vem ganhando espaço na área da silvicultura, fruticultura, poáceas, olericultura e cafeeiros. A aplicação desses polímeros retentores de umidade já está sendo utilizada na agricultura brasileira há mais ou menos 10 anos (NETO et al. 2017). No entanto, ainda não há relatos do uso desses polímeros em plantas forrageiras. A aplicação dos polímeros retentores de umidade no solo tem apresentado resultados satisfatórios no desenvolvimento das culturas com a aplicação de 5g/1L de água doses baixas desse produto. Isso leva a entender que pequenas quantidades dos polímeros já podem trazer melhorias na retenção de água, proporcionando mais uma alternativa de plantio de culturas em períodos secos e contribuindo para a redução do fornecimento de água para as culturas, propiciando qualidade com menores custos (HAFLE et al., 2008).

2.3.Silagem de Milho

Um dos principais alimentos ofertados aos ruminantes é a silagem, principalmente, aos de alta produção. As plantas ensiladas são armazenadas sem ar e conservadas em silos, geralmente são silos subterrâneos, ou mesmo de materiais recicláveis, dependendo da propriedade, esses reservatórios são próprios para armazenamento e conservação de grãos secos, sementes, cereais e forragens verdes (ROGE, 2019). A cultura do milho é a mais utilizada na alimentação dos ruminantes devido ao manuseio fácil e às características bromatológicas favoráveis, entre outros aspectos positivos deste alimento. Seu fornecimento como alimento animal atinge cerca de 70% de sua utilização, seja de forma individual ou associada a outras forrageiras (BERNARDES, 2012; BERNARDES e REGO, 2014).

A silagem de milho é um dos alimentos conservados mais utilizados nos sistemas de produção de carne e leite, com objetivo de atender a demanda de volumoso a níveis de qualidade e quantidade nos períodos de menor produção de matéria seca das pastagens (SPADA et al., 2023). Além de ser

considerada como importante fonte de energia, tendo ainda características necessárias para um processo fermentativo adequado quando armazenado no silo (Buso et al., 2018), entretanto, apresenta baixo teor de proteína bruta (6 a 8%) na MS (SOUZA et al., 2019).

Atualmente, a silagem como um todo, vem sendo o principal alimento fornecido para ruminantes destinados a produção de leite e carne, principalmente, em sistemas de produção tecnificada, permitindo ao produtor o fornecimento de alimentos aos animais por longos períodos, em especial durante o período seco do ano (ROGE, 2019). No entanto, esse período causa um estresse hídrico a planta, sendo este um fator que pode afetar a produtividade das culturas, bem como, ocasionar o seu florescimento precoce.

Segundo a Tabela de composição química e bromatológica de alimentos (VALADARES FILHO et al, 2018), foi observado os seguintes valores para a silagem de milho, Matéria seca (MS): 31,15%, Proteína Bruta (PB): 7,18%, Fibra em detergente neutro (FDN): 53,98% de FDN, e Extrato etéreo (EE): 2,79%, valores esses que caracterizam a silagem de milho como um volumoso que pode ser utilizado em dietas de vacas leiteiras de alta produção. De acordo com Junior et al. (2011) observou que esses valores descritos por Valadares Filho et al. (2018) em silagens de milho, proporciona dietas de alto valor.

O milho ainda continua sendo a forrageira mais implantada para essa finalidade, devido algumas características que permite esse destaque, como o rendimento de matéria verde por hectare, matéria seca em média (30 a 35%), baixo poder tampão, e quantidades mínimas 3% de carboidratos solúveis, fazendo com que ocorra uma excelente fermentação favorecendo as bactérias produtoras de ácido lático e qualidade nutricional da massa ensilada, e uma elevada aceitabilidade pelos animais. (CRUZ et al, 2019).

2.4. Silagem de ração total

A silagem de ração total (SRT), uma prática que ganha cada vez mais destaque, por consistir em ensilar toda a ração que será ofertada ao animal. A utilização de silagem de dieta total apresenta muitas vantagens, dentre elas, a possibilidade do uso de subprodutos de diferentes cadeias agroindustriais e de forma sustentável com o aproveitamento de insumos descartados na alimentação humana e utilizados na alimentação animal (BUENO et al., 2020).

As SRT são muito utilizadas em países asiáticos, é uma prática que tem se tornado comum entre produtores. Na confecção das silagens, as forragens, os alimentos energéticos e proteicos, minerais, vitaminas e aditivos são balanceados, com o intuito de atender a demanda nutricional de determinado grupo de animais, e ensilados de forma conjunta (YUAN et al., 2015).

A SRT resulta na mistura de forragens, concentrados, minerais, vitaminas e aditivos, com a finalidade de ofertar os nutrientes necessários para a produção animal (SCHINGOETHE, 2017). O uso das SRT, possibilita uma redução desses problemas, além de sanar o excesso de carboidratos solúveis, ocasionado pela ação absorvente do concentrado, possibilitando uma melhor eficiência de trabalho na fazenda.

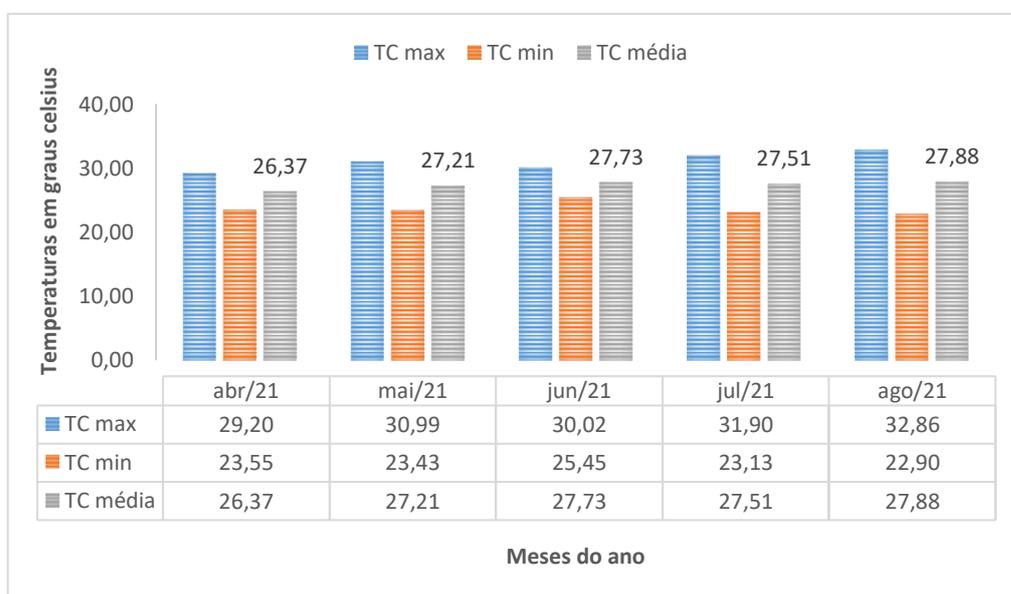
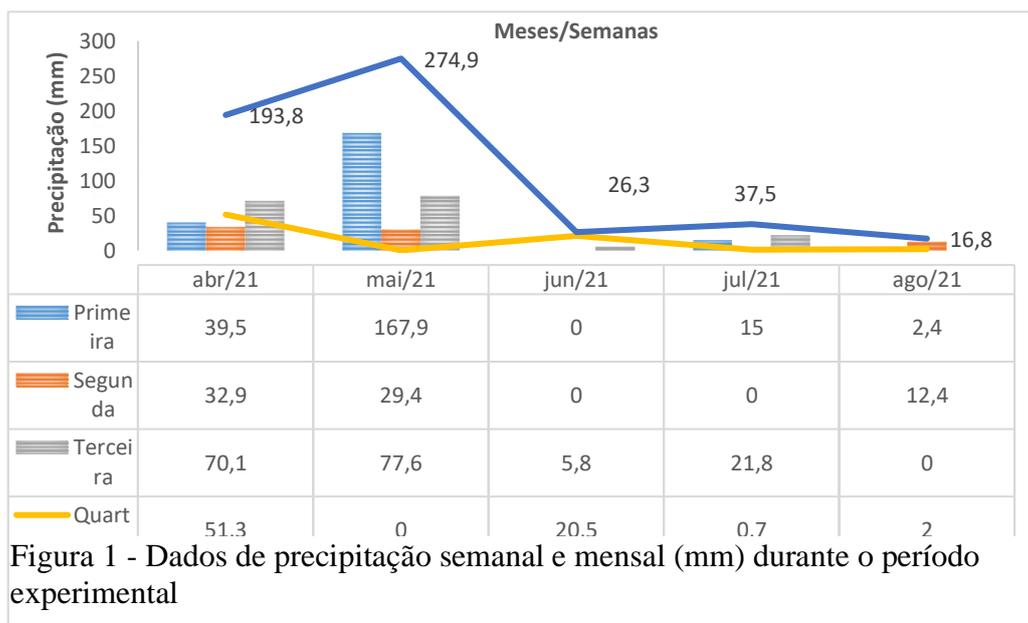
De acordo com a fermentação anaeróbica, a conservação das forragens através da silagem envolve um processo único, onde os CHOs são convertidos em ácidos orgânicos, sobretudo o ácido láctico produzido pelas bactérias ácido lácticas que irão viabilizar a redução do pH, promovendo a conservação da forragem em meio úmido (SANTOS; ZANINE, 2006). Portanto, o intuito do processo de ensilagem é manter a forragem conservada, de forma que as perdas sejam reduzidas e que o produto seja semelhante ao material de origem (KUNG JUNIOR et al., 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local experimental

O experimento foi conduzido em campo na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão – CCCH/UFMA, *Campus IV*, no município de Chapadinha-MA, localizado a 03°44'30" S de latitude e 43°21'37" W de longitude e 105 m de altitude.

Segundo a classificação Köppen (2013), região apresenta clima predominante do tipo Aw-tropical úmido, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa que se estende entre novembro e junho, e uma estação seca, com déficit hídrico de julho a novembro. A temperatura média anual é de 27°C com temperatura máxima de 39°C e mínima de 23°C e precipitação anual média de 1740 mm (NOVAIS, 2016).



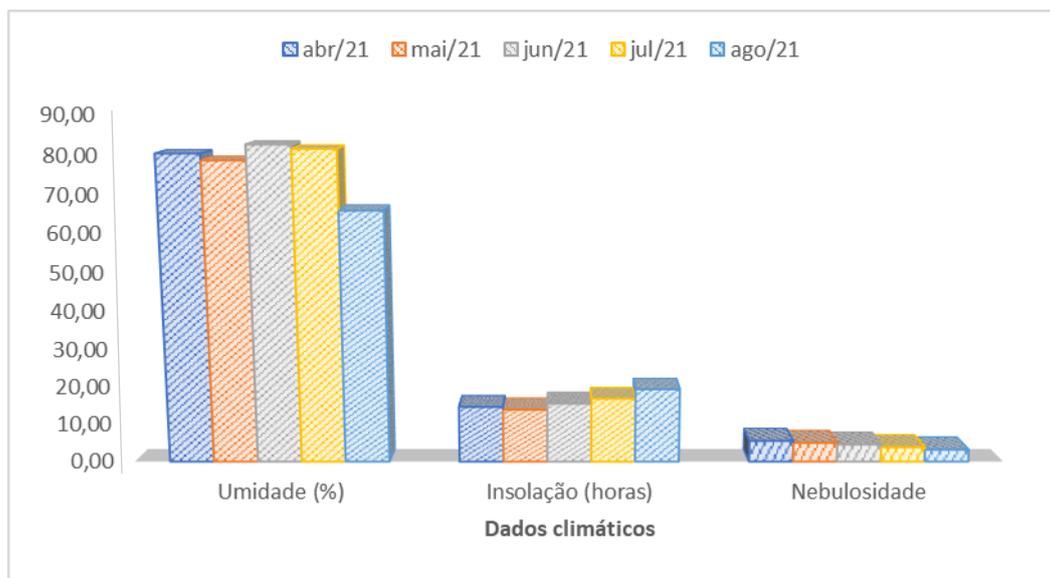


Figura 3 - Dados de umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade durante o período experimental.

O experimento teve duração de 90 dias, foi utilizado o híbrido M274 (MORUMBI), na qual a implantação ocorreu no dia 01 de maio a 30 de julho. O experimento foi dividido em:

- **Ensaio I:**

Consistiu em avaliar as características agrônômicas, conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), composto por 4 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 16 unidades experimentais. Os tratamentos foram divididos da seguinte forma:

Cont: controle sem Polímero retentor de umidade;

0 dias: Polímero retentor hidratado no dia do plantio;

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade com hidratação a cada 10 dias.

- **Ensaio II:**

Avaliou as características nutricionais das silagens de milho com e sem a mistura concentrada, em delineamento em bloco casualizados (DBC) com esquema fatorial de 4x2 com o uso dos polímeros em diferentes intervalos de hidratação (cont: sem o polímero retentor de umidade; 0, 5 e 10 dias de intervalos de hidratação).

3.2. Adubação

Antes da instalação do experimento, foi realizado a retirada das amostras de solo na camada de 0-20 cm. As amostras foram coletadas de formas aleatória em toda a área experimental, em seguida

foram homogeneizada e separa 300g de solo para caracterização química. Posteriormente realizou-se a calagem para elevação da saturação por bases, tendo em vista que para um melhor desenvolvimento da cultura do milho a saturação por base deve estar em torno de 60%. O calcário utilizado foi o dolomítico, com o PRNT de 115,10%, sendo indicado 2,3t/ha⁻¹, quantidade recomendada.

As recomendações de adubação para os macronutrientes foram calculadas baseados na análise do solo (Tabela 1) e de acordo com o recomendado pela 5ª Aproximação. As quantidades utilizadas no experimento foram as seguintes: 150 Kg de N ha⁻¹, 70 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 60 Kg de K₂O ha⁻¹. A adubação de plantio foi realizada em covas, feita manualmente com uma quantidade de 70 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. Foram realizadas duas adubações de cobertura, com as doses recomendadas de 75 Kg de N ha⁻¹ e 60 Kg de K₂O ha⁻¹.

Tabela 1 - Características químicas da análise de solo.

pH	P	K ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	MO
H ₂ O	— mg/dm ³ —	—	— cmolc/dm ³ —						%	g/kg
5,0	0,08	16,9	4,03	2,19	0,74	0,25	1,06	5,09	28,4	0,63

Nota: pH: hidrogênio potencial; P: fósforo; K⁺: potássio; Na⁺: sódio; H⁺+Al⁺³: acidez potencial; Al⁺³: alumínio; Ca⁺²: cálcio; Mg⁺²: magnésio; V%: saturação base; CTC: capacidade de troca de cátion; MO: matéria orgânica; SB: soma de bases.

3.3. Implantação da cultura e aplicação do polímero de umidade

A implantação do milho ocorreu no dia 01 de maio de 2021, o plantio foi realizado manualmente. A realização do plantio se deu em covas, na qual adicionou-se 1 L de polímero retentor de umidade nas parcelas em que receberia esse tratamento, em seguida cobriu-se os polímeros como solos e posteriormente adicionou-se as sementes de milho. As sementes foram cobertas com solo sem comprometer a germinação das mesmas.

As parcelas tiveram dimensões de 3 x 4 m de comprimento, totalizando 12 m² por parcelas, obedecendo um espaçamento entre linhas de 0,6 m e 0,5 m entre covas. foram adotado um espaçamento entre parcelas de 1 m e entre blocos 1,5 m. Cada parcela foi constituída por 40 plântulas, totalizando 640 plântulas em toda a área experimental

Os tratamentos foram hidratados com auxílio de uma caixa d'água de 1000 L para dissolver e armazenar o polímero retentor. Foram utilizados 5g/L por cova, a fim de testar o produto hidratado,. As doses do polímero foram pesadas em balança de precisão em laboratório e aplicadas nas covas e

adicionado solo logo depois, evitando um contato direto da semente com o produto.

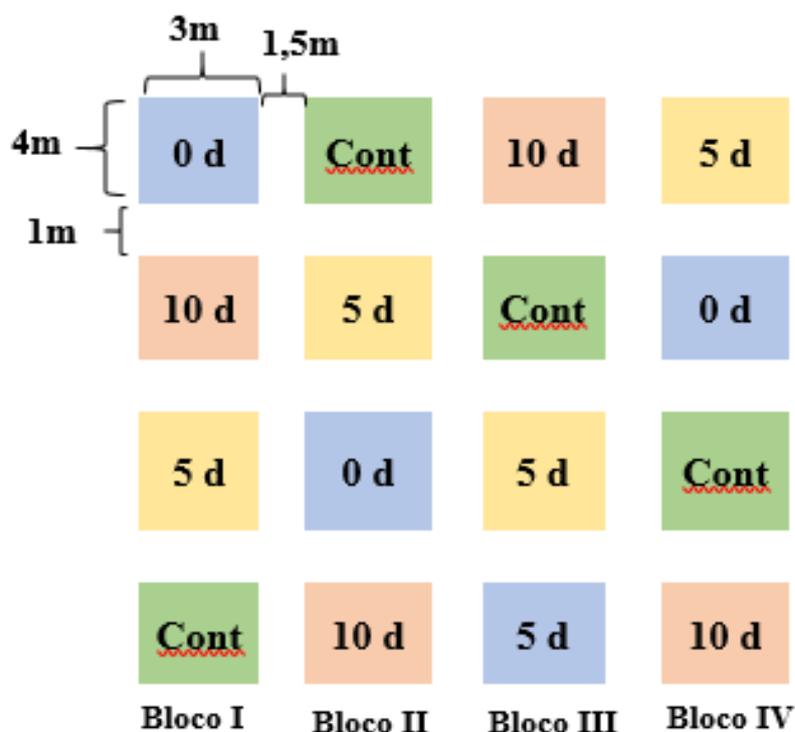


Figura 4 - Croqui da área experimental.

3.4. tratos culturais

Foi realizado os desbastes das plantas aos 5 dias após a emergência (DAE) deixando somente uma planta por covas. Durante o ciclo da cultura, foi realizado o controle de plantas daninhas por meio de capinas manuais com auxílio de enxadas sempre que preciso, para que não ocorresse competição das invasoras com a cultura. Fez-se necessário a aplicação de herbicidas de contato para controle de pragas.

3.5. Características Agronômicas

Para avaliação das características agronômicas, foram selecionadas 2 plantas centrais descartando 50 cm das extremidades, na qual procederam com as seguintes avaliações:

- **Altura de planta:** foi determinada com fita milimetrada, tomando-se a medida da superfície do solo até a inserção da folha bandeira em centímetro – cm. Mediu-se, ao acaso, 2 plantas por parcela:

- **Altura de inserção de espiga:** foi determinada com uma fita milimetrada, tomando-se a medida do solo até a base da espiga, os dados em centímetro – cm. Mediu-se, 2 plantas por parcela;
- **Diâmetro do colmo:** medido com um paquímetro em milímetros, no terceiro nó da planta a partir do solo, os dados em milímetro – mm. Mediu-se, 2 plantas por parcela;
- **Comprimento de espiga:** foi determinado com régua graduada em milímetros, mensurada da base até o ápice da espiga, os dados em centímetro – cm. A avaliação foi feita em 2 espigas sem palha escolhidas da área central de cada parcela;
- **Diâmetro de espiga:** medido com um paquímetro em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga, os dados em milímetro – mm. A avaliação foi feita em 2 espigas com palha e sem palha escolhidas da área central de cada parcela;
- **Número de folhas por planta:** para a quantificação das folhas vivas foram contabilizadas as folhas que se apresentarem limbos totalmente expandidos e fotossinteticamente ativas, já as folhas mortas eram quantificadas a partir de 50% de senescência em unidade – unid;
- **Número de grãos por espiga:** obtido por meio da contagem de todos os grãos e dividido pelo total de espigas avaliadas em unidade – unid;
- **Produtividade de grãos:** foi obtida após a debulha das espigas colhidas dentro da área útil, a mesma foi realizada de forma manual, pesaram-se os grãos em balança de precisão de duas casas decimais e posteriormente convertida em Kg ha^{-1} , onde os dados foram corrigidos para 13% de umidade;
- **Biomassa verde:** As plantas utilizadas nas avaliações anteriores eram cortadas ao solo, a fim de observar-se a quantidade da biomassa verde total (BV). As plantas foram pesadas em balança de precisão de duas casas decimais e posteriormente convertida em Kg ha^{-1} ;
- **Avaliação da sanidade do colmo:** foi feita visualmente, na fase de maturação fisiológica do grão, adotando-se as seguintes notas, de acordo com o aspecto do colmo: 1: excelente; 2: bom; 3: médio; 4: pobre, e 5: ruim;
- **Avaliação da sanidade de ataque da planta:** foi feita visualmente, na fase de maturação fisiológica do grão, adotando-se as seguintes notas, de acordo com o aspecto das folhas: 1: altamente resistente (0%); 2: resistente (1%); 3: resistente (10%); 4: medianamente (20%); 5: medianamente susceptível (30%); 6: medianamente susceptível (40%); 7: susceptível (60%); 8: susceptível (80%); 9: altamente susceptível (>80%);

- **Avaliação o número de grãos ardidos:** foi feita por meio de uma escala de notas: 1: excelente, sem grãos ardidos; 2: 1 a 25% de grãos ardidos; 3: 25 a 50% de grãos ardidos; 4: 51 a 75% de grãos ardidos; 5: 76 a 100% de grãos ardidos;
- **Avaliação da cor do grão na colheita:** foram atribuídas aos grãos quatro tipos de cor: alaranjado, amarelo, avermelhado, amarelo alaranjando;
- **Avaliação da dureza do grão:** foram atribuídas aos grãos três tipos de dureza: duro, semiduro e leitoso.

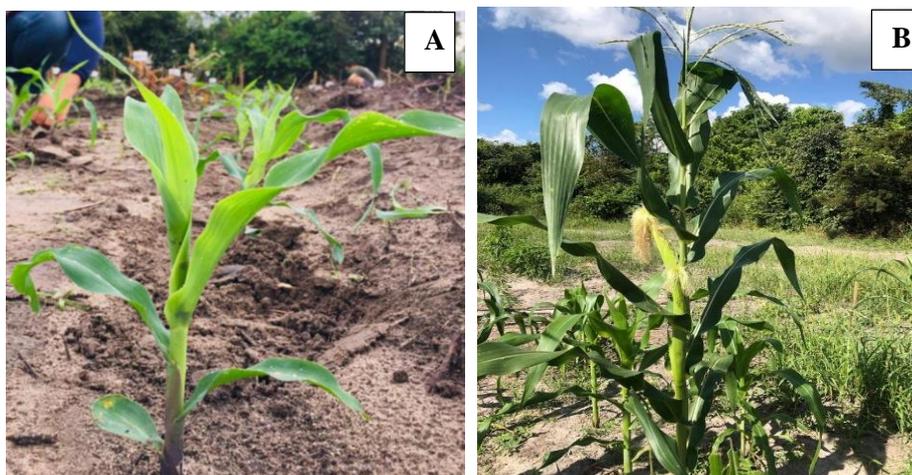


Figura 5 - Fenologia do milho, figura A milho no estágio V3, figura B milho no estágio reprodutivo R2

3.6. Preparo e ensilagem do Milho e da SRT

Para o processo de ensilagem o milho foi cortado a aproximadamente 20 cm do solo quando os grãos apresentaram aspecto pastoso a farináceo. O material colhido foi processado através de uma forrageira estacionária acoplada ao trator até que fossem obtidas partículas de tamanho médio de 2,0 cm. As silagens de ração total foram compostas por 60% de volumoso (milho puro) e 40% de concentrado (Tabela 2), os concentrados foram compostos por farelo de soja, milho moído uréia e sal mineralizado. As silagens foram formuladas para atender as exigências de vacas de leite com peso médio de 450 kg e produção média de leite: 15 litros/dia de acordo com a NRC (2001). Em seguida, a mistura foi condicionada em silos experimentais, material do silo com capacidade de 3,6 L (comprimento:191,4mm, altura:156,5mm e largura:193,6mm).

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais de vacas de leite.

INGREDIENTES (%)	Milho	SRT
Milho moído	0	19,5
Farelo de soja	0	19
Uréia	0	0,3
Sal mineral	0	1,2
Silagem de Milho	100	60

SRT: Silagem de ração total

Logo após foram realizadas a mistura dos ingredientes de forma manual, durante essa etapa foram coletadas amostras da mistura in natura, para avaliação da composição química das dietas. Todos os silos experimentais foram adaptados com válvula tipo Bunsen para eliminação dos gases resultantes da fermentação. No fundo de cada silo foi adicionado 1 kg de areia seca, cuja camada foi coberta com tecido de algodão evitando o contato da silagem com a areia. Ao final deste processo, os silos foram fechados, pesados e armazenados à temperatura ambiente em local coberto, seco e arejado até os momentos de abertura dos silos experimentais.

Tabela 3. Composição química dos ingredientes e das dietas de vaca de leite.

Composição Química (%)	Milho	SRT	Milho moído	Farelo de Soja
Matéria Seca	28,76	37,19	90,96	91,14
Proteína Bruta	6,61	13,76	10,66	38,77
FDN	46,47	36,14	20,98	14,78
FDA	30,10	21,84	1,60	8,71
Matéria Mineral	3,39	4,46	2,55	6,42

SRT: Silagem de ração total



Figura 6 - figura A pesagem da silagem de milho, figura B compactação e vedação do silo.

3.7. Perfil Fermentativo

Após 45 dias de fermentação os silos foram pesados, abertos e as silagens resultantes do processo fermentativo, foram analisadas quanto ao perfil fermentativo, perdas de matéria seca e valor nutritivo.

Para determinação do pH, foram coletadas sub amostras de aproximadamente 25 g para análise do pH, às quais foram adicionados 100 mL de água destilada, e, após repouso por 1 hr, efetuou-se a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro digital (BOLSEN et al., 1992). O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH₃/NT, em %) foi determinado utilizando-se 15 g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador industrial com capacidade de 2lt, juntamente com 100 mL de solução de cloreto de potássio 15% e processada por 10 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi transferido para um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado para captação da amônia (NOGUEIRA; SOUZA, 2005). Para a determinação do poder tampão (PT) uma quantidade de aproximadamente 15 g do material foi destinada para a análise (PLAYNE; McDONALD 1966).

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso, segundo metodologias propostas por Jobim et al. (2007).

As perdas por gases, foram obtidas pela equação abaixo. Esta equação baseia-se na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

1. Perdas por Gases

PG = [(PSf – PSa)]/[(MFf x MSf)] x100, em que:

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

2. Perdas por Efluentes:

PE = (Pab – Pen)/(MVfe) x 1000, em que:

PE = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo+areia+ pano+tela) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+areia+pano +tela) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

3. A recuperação da matéria seca foi estimada através da equação abaixo:

RMS = (MFab x MSab)/(MFfe x MSfe) x 100, em que:

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

3.8. Análise Química

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) e no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes a UFMA- CCAA.

Após a abertura dos silos experimentais, foram coletadas 300g de amostras de cada silo para caracterização química, as amostras foram pesadas e levadas para a pré secagem onde foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, na qual permanecerão por 72 horas, em seguida, foram moídas em moinho de facas utilizando peneira de malha de 1 mm para determinação da composição química.

Em seguida, as amostras foram submetidas as análises químicas da matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) pelo método 942,05, proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl 981,10, extrato etéreo (EE) pelo método 920,39 de acordo coma (AOAC, 2016), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados com o auxílio da autoclave, conforme as metodologias de Van Soest et al., (1991) adaptadas por Dettman et al., (2012) com adição de amilase termoestável. O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação, $MO = 100 - MM$. Para determinação do teor dos carboidratos solúveis em água (CHOs), utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado descrito por Dubois et al. (1956) com adaptações de Corsato et al. (2008). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDN pela FDA.

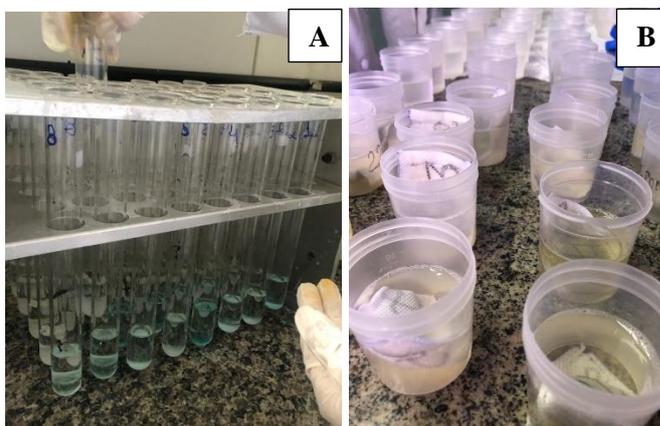


Figura 7 - figura A análise de proteína, amostras de milho digerida, figura B análise de FDN.

3.9. Estabilidade aeróbica

O ensaio de estabilidade aeróbica foi avaliado por meio de monitoramento da temperatura interna das silagens expostas ao ar. As amostras de silagem foram colocadas sem compactação em recipientes descartáveis de 500g sem tampa e mantidas em ambiente fechado com temperatura controlada (25°C). As temperaturas das silagens foram obtidas através de sensores de temperatura encapsulados, modelos DS18B20 (Maxim Integrated™, DS18B20, Califórnia, Estados Unidos, faixa de temperatura operacional de -55 a 125 °C, precisão de ± 0.5 °C) interligados a um microcontrolador específico ATmega2560 (Arduino®, Mega 2560, Itália), sendo programado para aquisição da temperatura minuto a minuto, durante 120 horas. Os sensores foram inseridos a 10 cm de profundidade do silo, no centro da massa. Foi considerado o início da deterioração quando a temperatura interna das silagens atingiu 2°C acima da temperatura ambiente (KUNG JR et al., 2000).

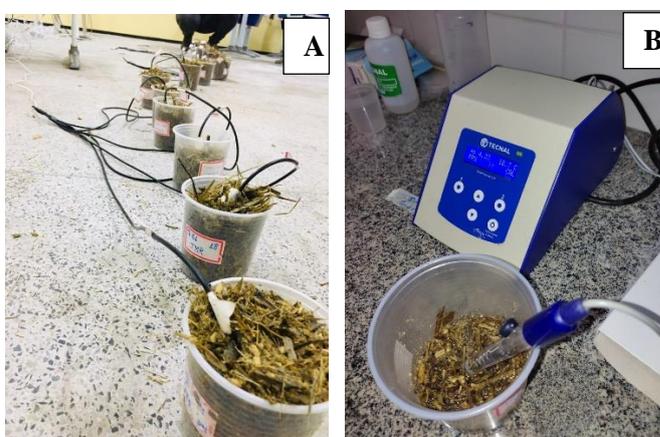


Figura 8 - Figura A sensores de temperatura para avaliação da estabilidade, figura B mensuração de pH após a abertura dos silos.

3.10. Análises estatísticas

No primeiro experimento utilizou-se o delineamento utilizado foi em blocos casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições DBC ($y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$), onde as médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento do PROC MIXED do software estatístico SAS (2004), para avaliar os dados da parte agrônômica e produtiva.

No segundo experimento as silagens foram submetidas ao arranjo fatorial 4x2, com quatro tratamentos com diferentes intervalos de hidratação do polímero, divididas em silagem de milho de forma exclusiva e silagem de ração completa com mistura concentrada.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

- Y_{ijk} = variável dependente
- μ = média geral,
- T_i = efeito fixo do tempo de hidratação,
- β_j = efeito fixo das silagens com e sem a mistura,
- $(T\beta)_{ij}$ = interação entre tempo de hidratação e a silagem com e sem a mistura concentrada,
- e_{ijk} = erro aleatório residual.

4. RESULTADOS

4.1. Ensaio I

Observou-se diferença para a variável de diâmetro de espiga sem palha, com a menor média sendo observada para o controle ($P < 0,05$), enquanto os demais não diferiram entre si (Tabela 4). As demais variáveis de avaliação morfológica do milho em função do uso do polímero retentor de umidade não apresentaram diferença ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 4 - Avaliação morfológica do milho híbrido com uso de polímeros retentores de umidades no solo.

Variáveis	Cont.	0 dias	5 dias	10 dias	EPM	P-valor
Comprimento da espiga com palha (cm)	28,87	29,87	27,18	27,50	1,456	<0,1577
Diâmetro da espiga com palha (mm)	49,12	50,96	43,27	49,24	3,760	<0,1081
Diâmetro da espiga sem palha (mm)	35,56b	40,98a	40,45a	43,36a	4,880	<0,0037

Número de folhas vivas/planta	7,37	7,62	8,12	7,87	0,627	<0,1241
Número de folhas mortas/planta	1,75	1,65	1,12	1,50	1,435	<0,1894
Diâmetro do colmo da planta (mm)	16,52	14,93	18,33	15,62	1,343	<0,1286
Altura da planta até folha bandeira (cm)	122,56	129,37	124,25	140,87	7,266	<0,1971
Altura da planta até inserção da espiga (cm)	47,56	53,75	48,50	50,01	6,457	<0,1261
Altura da planta (cm)	165	171	163	172	5,229	<0,1748

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Cont: sem o Polímero retentor de umidade no solo

0 dias: Polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

EPM = erro padrão da média.

Houve diferença para todas as variáveis de produção de biomassa do milho ($P < 0,05$) em função do uso dos retentores de umidade no solo. Para produção de folhas vivas, produção de biomassa total e relação folhas vivas/folhas senescentes a maior média foi constatada no tratamento 5 dias e a menor no controle. Entretanto, para produção de folhas mortas/planta as menores médias foram observadas nos 0 e 10 dias, não diferindo entre si, e a maior média no tratamento hidratado a cada 5 dias (Tabela 5).

Tabela 5 - Avaliação da produção de biomassa do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Cont.	0 dias	5 dias	10 dias	EPM	P-valor
Produção de folhas vivas/planta (Kg/ha)	1590,07c	1735,76b	2872,12a	1848,81b	38,587	<0,0082
Produção de folhas mortas/planta (Kg/ha)	274,72ab	233,12a	291,37b	212,28a	6,334	<0,0023
Produção de biomassa total (Kg/ha)	8.158,51c	14.235,75b	18.356,62a	16.025,62b	385,71	<0,0001
Relação folha viva: folhas senescentes	5,78c	7,44b	9,85a	8,71b	0,1345	<0,0001

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Cont: sem o Polímero retentor de umidade no solo

0 dias: Polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.
EPM = erro padrão da média.

Houve diferença para as variáveis agrônômicas dos grãos de milho em função dos retentores de umidade no solo ($P < 0,05$). Para a variável peso da espiga a maior média foi encontrada no tratamento 10 dias e a menor no controle. No entanto, para as variáveis produção de espigas com grãos e produção de grãos a maior média se deu no tratamento 5 dias.

Tabela 6 - Avaliação agrônômica dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis (Kg/ha)	Cont.	0 dias	5 dias	10 dias	EPM	P-valor
Peso da espiga	353,979c	512,154b	653,679ab	811,854a	45,332	<0,0066
Produção de espiga com grãos	1548,45c	2135,42b	4273,72a	2589,07b	78,637	<0,0012
Produção de grãos	1194,47c	1623,37b	3620,04a	1777,22b	45,251	<0,0001

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Cont: sem o Polímero retentor de umidade no solo

0 dias: Polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

EPM = erro padrão da média.

Não houve diferença para as características dos grãos de milho em função dos polímeros retentores de umidade no solo, no entanto, os mesmos apresentam aspecto desejáveis. Para a característica dureza dos grãos, houve uma alternância onde os tratamentos controle e 5 dias apresentaram grãos semiduros e os tratamentos 0 e 10 dias apresentaram grãos duros (Tabela 6).

Tabela 7 - Características dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Dureza do grão	Cor do grão	Nº de grão ardidos*
Cont.	Semiduro	Amarelo-alaranjado	1
0 dias	Duro	Alaranjado	1
5 dias	Semiduro	Amarelo	1
10 dias	Duro	Amarelo	1

Cont: sem o Polímero retentor de umidade no solo

0 dias: Polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 10 dias

*Nota 1 = sem grão ardidos

*Nota 2 = grãos ardidos 1 a 25%

*Nota 3 = grãos ardidos 25 a 50%

*Nota 4 = grãos ardidos 51 a 75%

*Nota 5 = grãos ardidos 76 a 100%

EPM = erro padrão da média.

Não houve diferença para a sanidade do colmo e das folhas em função dos polímeros retentores de umidade no solo, entretanto os tratamentos apresentaram excelente sanidade para o ataque do colmo e alta resistências ao ataque das folhas (Tabela 7).

Tabela 8 - Sanidade do colmo e das folhas do milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Sanidade de ataque do colmo*	Sanidade de ataque nas folhas**
Cont.	1	1
0 dias	1	1
5 dias	1	1
10 dias	1	1

Cont: sem o Polímero retentor de umidade no solo

0 dias: Polímero retentor de umidade hidratado no dia do plantio

5 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

10 dias: Polímero retentor de umidade hidratado a cada 10 dias

*Nota 1 = excelente; *Nota 2 = bom; *Nota 3 = médio; *Nota 4 = pobre; *Nota 5 = ruim; **Nota 1 = altamente resistente (0%); **Nota 2 = resistente (1%); **Nota 3 = resistente (10%); **Nota 4 = medianamente (20%); **Nota 5 = medianamente susceptível (30%); **Nota 6 = medianamente susceptível (40%); **Nota 7 = susceptível (60%); **Nota 8 = susceptível (80%); **Nota 9 = altamente susceptível (>80%)

4.2. Ensaio II

Com relação ao perfil fermentativo das silagens, não foram observados efeitos de interação entre os fatores ($P > 0,05$). Houve diferença somente para a variável carboidratos solúveis residuais (CHOs) em função do polímero retentor de umidade ($P < 0,05$), onde o tratamento controle apresentou a maior média (Tabela 9). Observou-se efeito isolado da mistura concentrada para as variáveis pH, capacidade tamponante CT e CHOs (Tabela 9).

Tabela 9 - Efeito isolado do polímero retentor de umidade e da mistura concentrada sobre o pH, Capacidade Tamponante (CT) e Carboidratos Solúveis Residuais (CHOs) da silagem.

Variáveis	pH	CT (E. mgNaOH)	CHOs
Efeito isolado do Polímero retentor			
Cont.	3,9887	0,0562	3,2837a
0 dias	3,9400	0,0562	1,9175b
5 dias	4,0325	0,055	1,9162b
10 dias	3,9350	0,0587	2,0575b
EPM	0,0321	0,0045	0,2242
Efeito isolado da mistura concentrada			

Com	4,2112a	0,0618 ^a	1,9337b
Sem	3,7368b	0,0512b	2,6537a
EPM	0,0227	0,0032	0,1586
P-valor			
Polímero retentor	0,1403	0,948	0,0006
Mistura concentrada	<0,0001	0,0298	0,0042
Polímero retentor × Mistura concentrada	0,7570	0,9161	0,8364

EPM = erro padrão da média.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferem na coluna de acordo com o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Relacionado às perdas e recuperação de matéria seca, não se observaram efeitos de interação ($P > 0,05$). Assim, não houve efeito isolado do polímero retentor para as variáveis perdas por efluentes (PE), perdas por gases (PG) e recuperação por matéria seca (RMS). Entretanto, houve o efeito isolado da mistura concentrada somente para a variável PE (Tabela 10).

Tabela 10 - Efeito isolado do polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre as Perdas por Efluentes (PE), Perdas por Gases (PG) e Recuperação da Matéria Seca (RMS) da silagem.

Variáveis	PE (kg/Ton)	PG (%MS)	RMS (%MS)
Efeito isolado do Polímero retentor			
Cont.	135,625	28,2125	92,8512
0 dias	106,800	39,9087	93,1262
5 dias	70,662	42,015	94,6762
10 dias	82,875	36,524	92,1900
EPM	1,8542	6,8724	1,4509
Efeito da mistura concentrada			
Com	5,5656b	32,8243	93,8668
Sem	14,2325a	40,5056	92,5550
EPM	1,3111	4,8595	1,0260
P-valor			
Polímero retentor	0,0975	0,518	0,6688
Mistura concentrada	0,0001	0,2763	0,3762
Polímero retentor × Mistura concentrada	0,6072	0,8933	0,4852

EPM = erro padrão da média.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferem na coluna de acordo com o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Houve interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada, para a variável nitrogênio amoniacal (N-NH₃). As silagens com e sem a mistura concentrada diferiu-se estatisticamente. As silagens sem a mistura concentrada, apresentou os menores teores de N-NH₃.

Tabela 11 - Efeito de interação entre o polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem.

Mistura concentrada (g/kg MS)	Polímero retentor de umidade				EPM	P-valor
	Cont.	0 dias	5 dias	10 dias		
Sem	0,21aB	0,17aB	0,15aB	0,07aB	0,0527	0,0002
Com	1,23abA	1,45aA	1,08bA	0,61cA		

EPM = erro padrão da média.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferem na coluna de acordo com o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Houve efeito do polímero somente para a variável matéria mineral (MM), onde o tratamento controle e 0 dias apresentaram maiores médias ($P > 0,05$). Houve efeito isolado da mistura concentrada para todas as variáveis ($P > 0,05$) (Tabela 11).

Tabela 12 - Efeito isolado do polímero retentor de umidade e a mistura concentrada sobre a Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Hemicelulose (HEM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), e Fibra em Detergente Ácido (FDA) da silagem.

Variáveis (g/kgMS)	MS	MM	PB	EE	HEM	FDN	FDA
Efeito isolado do Polímero retentor							
Cont.	331,050	43,400a	108,237	49,812	193,925	397,112	250,312
0 dias	322,262	43,125a	101,625	54,187	221,725	416,287	253,375
5 dias	325,737	37,525b	93,525	57,600	190,412	424,550	257,662
10 dias	331,675	34,262b	100,687	58,912	213,087	414,550	259,975
EPM	1,1918	0,2318	0,5612	0,3318	1,3797	12,036	1,1710
Efeito isolado da mistura concentrada							
Com	37,1918a	4,4625a	13,7675a	5,0231b	18,2400b	36,1493b	21,8456b
Sem	28,3443b	3,4531b	6,4362b	6,0025a	22,7175a	46,4756a	29,220a
EPM	0,8427	0,1639	0,3968	0,2346	0,9763	0,8511	0,8280
P-valor							
Polímero retentor	0,9339	0,0780	0,3519	0,2433	0,3371	0,4492	0,9374
Mistura concentrada	<0,0001	0,0003	<0,0001	0,0076	0,0039	<0,0001	<0,0001

Polímero retentor ×	0,6253	0,9194	0,7510	0,1516	0,4680	0,7061	0,8573
Mistura concentrada							

EPM = erro padrão da média.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferem na coluna de acordo com o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Ao avaliar as silagens com e sem a mistura concentradas não houve diferença significativa quando submetidas aos tratamentos controle, 0, 5 e 10 dias de hidratação. No entanto, a estabilidade aeróbia (EA) da silagem de milho sem mistura concentrada, apresentaram um baixo tempo de EA, onde, os tratamentos: controle e com o intervalo de hidratação de 0 e 5 dias, permaneceram estáveis durante 20 horas. O maior tempo de EA foi observado no tratamento 10 dias, permanecendo estável por quase 60 horas a exposição ao ar. (Figura 9 – A).

As silagens com a mistura concentrada apresentaram-se estáveis durante o ensaio de EA de 120 horas, quando comparado as silagens de milho sem a mistura concentrada, com os tratamentos: controle, 0 e 5 dias permanecendo estável durante 80 horas. Já o tratamento com o intervalo de 10 dias de hidratação do polímero retentor de umidade manteve-se estável durante 100 horas de exposição ao ar (Figura 9 – B).

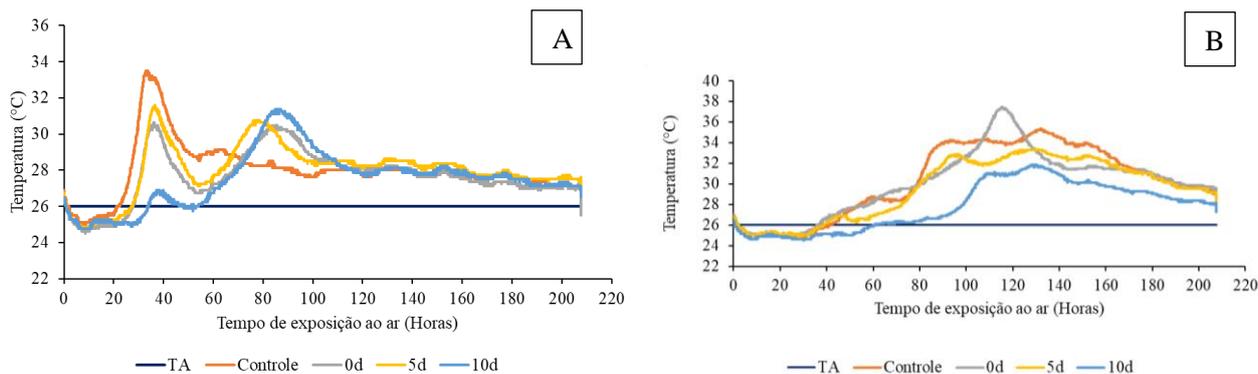


Figura 9 - Valores médios do tempo de estabilidade aeróbia das silagens sem (A) e com mistura concentrada (B) quando expostas ao ar.

5. DISCUSSÃO

5.1. Ensaio I

O uso dos polímeros retentores de umidade no solo, para as variáveis comprimento da espiga com palha (ECP), diâmetro da espiga com palha (DEP), número de folhas vivas/planta (NFV), número de folhas mortas/planta (NFM), diâmetro do colmo da planta (DCP), altura da planta até folha bandeira (APB), altura da planta até inserção da espiga (APIE), altura da planta (AP), a

utilização desses produtos promoveram resultados satisfatórios para essas variáveis (Tabela 4).

Para a variável diâmetro da espiga sem palha a mesma apresentou os melhores diâmetro nos tratamentos 0, 5 e 10 dias, diferindo significativamente do controle. Diâmetros maiores apresentam um papel importante no rendimento de grãos, uma vez que, o mesmo está relacionado com o número de fileiras o que implicará de forma positiva no número de grãos. Além da função estrutural atua também como órgão de reserva, passa a ser a principal fonte de carboidratos para o enchimento dos grãos, via processo de translocação.

Altura da planta não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 4), no entanto, o tratamento 10 dias apresentou o aparecimento de plantas com maiores alturas, podendo dizer que houve um maior desenvolvimento dessas plantas. Entretanto, os valores encontrados na presente pesquisa (163 à 172cm), foram superiores aos encontrados por CARVALHO, I. R. et al (2014), ao avaliarem híbridos transgênicos e convencionais em cultivo irrigado e sequeiro.

Para a produção de biomassa do milho, a melhor média foi encontrada no tratamento 5 dias, diferindo significativamente dos demais (Tabela 5). Sendo esse tratamento o que apresentou maiores produções de folhas vivas; folhas mortas; biomassa total e relação folhas vivas/senescentes, uma vez que a utilização desses polímeros ao solo atuam de forma positiva nas propriedades físico-químicas do solo, além de melhorar a disponibilidade da água, a redução nas perdas dos nutrientes por lixiviação e percolação, além de atuar no desenvolvimento radicular e aéreo das plantas (AZEVEDO et al 2002).

As espigas colhidas nos tratamentos hidratados a cada 10 dias (Tabela 6), apresentaram as melhores médias (811,85 g), diferindo significativamente dos tratamentos controle e 0 dias. Assim, o uso dos polímeros de umidade com espaçamento de 10 dias de uma hidratação para a outra, atua de forma positiva no enchimento dos grãos e conseqüentemente no peso das espigas, uma vez que a adição de água proporciona manutenção dos níveis produtivos. No entanto, esse tratamento não interferiu na produção de espigas com grãos e nem tão pouco, na produção de grãos, sendo portanto, o tratamento hidratado a cada 5 dias como o que melhor apresentou a maior produção de espigas com grãos e quantidade de grãos.

A cultura do milho tem uma grande demanda hídrica, bem como radiação solar e temperatura, além de apresentar uma instabilidade genética diante dos diferentes ambientes em que é cultivado (ALBUQUERQUE; RESENDE, 2017). As respostas ao estresse hídrico na cultura do milho, pode ser observado no seu estágio fenológico, na duração e capacidade genética da planta em responder as adversidades do ambiente, sendo mais precisamente observada no estágio reprodutivo, tendo em vista em que é a fase na qual à uma demanda maior por água (FANCELLI; DOURADO-NETO 2004).

A variável produção de grãos obteve melhores médias nos tratamentos hidratados a cada 5 dias diferindo-se dos demais tratamentos (Tabela 6). Os valores obtidos na presente pesquisa corroboram com os resultados encontrados por Pelegrin et al., (2017), ao trabalharem com o uso do polímero retentores de umidade no solo, na cultura da soja, os mesmos observaram uma maior produção de grãos da cultura, atribuindo essa resposta em função do hidrogel, uma vez que esse produto aumenta a disponibilidade hídrica, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular assim como da parte aérea da planta.

O tratamento controle apresentou menor produtividade de grãos (Tabela 6), podendo ser explicado pelo déficit hídrico ocorrido durante a fase reprodutiva, pois é uma fase em que as plantas apresentam uma maior demanda por água e o estresse hídrico pode chegar a reduzir o rendimento dos grãos em pouco mais 20% quando ocorrido por no máximo dois dias. A fase considerada crítica para a cultura do milho é a fase de enchimento de grãos, o estresse hídrico nesse período pode chegar a diminuir o rendimento dos grãos em até 80% de perdas (ADEBAYO et al., 2014).

Para as características dos grãos (Tabela 7), os mesmos foram classificados quanto a dureza dos mesmo, entretanto, foi observado que os tratamentos controle e hidratados a cada 5 dias, apresentaram grãos semiduros, sendo esses grãos os mais comercializados (57,9%), grãos com essas características apresentam melhores condições de armazenamento e maior qualidade de germinação (CRUZ et al., 2015). Os demais tratamentos (hidratado no plantio e a cada 10 dias), apresentaram grãos duros. Atualmente no Brasil, os grãos caracterizados como “duros” são os mais apropriados para a comercializados para consumo animal, sendo ela em forma de grãos ou processada como ração, esses tipos de grãos apresentam um endosperma mais enrijecido (CRUZ et al., 2013).

A coloração dos grãos se deram de acordo com a maturação dos mesmos, sendo caracterizados por amarelo-alaranjado, alaranjado e amarelo para os tratamentos avaliados (Tabela 5). Os grãos ardidos na presente pesquisa (Tabela 7), foram classificados com 1% para todos os tratamentos, o que implica dizer os mesmos apresentaram-se de boa qualidade. Um dos fatores que depreciam a qualidade dos grãos de milho é a presença desses grãos ardidos, desvalorizando como produto e seus derivados.

A sanidade do colmo (Tabela 8) não apresentou diferença entre os tratamentos, no entanto os mesmos foram avaliados recebendo a nota 1 (excelente), resultado satisfatório para a presente pesquisa, uma vez que, os colmos avaliados apresentaram resistência ao ataque de doenças, pois entre os fatores bióticos que limitam à produtividade do milho é as doenças causadoras das podridões da base do colmo (COSTA et al., 2010). Na qual essas deteriorações propiciam alterações nos feixes vasculares das plantas, ou seja, afetando diretamente na translocação de água e nutrientes do solo para a parte aérea, com isso uma redução em rendimento e qualidade dos grãos. Além de

interferir na sustentação do colmo, e reduzir a resistência ao acamamento e conseqüentemente o quebramento das plantas.

As folhas submetidas a avaliação de sanidade de ataques, apresentaram-se com alta resistência, não diferindo entre os tratamentos avaliados. Os resultados encontrados, são de grande importância, pois as folhas tem importante função na produção de fotoassimilados na qual serão realocados para o enchimento dos grãos no estágio reprodutivo, uma vez que, as folhas contribuem com grande parte da produtividade, logo que as folhas são indicativos de déficit hídrico, deficiência nutricional, ataque de pragas e doenças, a qualidade da mesma implica no peso de grãos, afetando negativamente na produtividade, na qualidade e no peso da massa de grãos (LIMA et al., 2010).

O milho é uma cultura com grande necessidade pela oferta de água, principalmente no período reprodutivo, uma vez que, a mesma tem a capacidade de produzir uma certa quantidade de matéria seca mediante a quantidade de água absorvida (CAVALCANTE JUNIOR et al., 2018).

5.2. Ensaio II

Os valores encontrados na presente pesquisa para a variável pH (Tabela 9) estão dentro do considerado ideal para a cultura do milho, permitindo dizer que houve boa fermentação dessas silagens (McDonald et al. 1991). Com a adição da mistura concentrada, observou-se um aumento nos valores de pH das silagens, podendo estar relacionado com os teores de MS e CHOs da presente pesquisa, onde com a mistura concentrada a MS apresentou 37% (Tabela 11) e o teor de 1,9% (Tabela 9), nesse sentido o teor de CHOs foi baixo para a quantidade de MS presente, com isso pode se dizer que a quantidade de CHOs não foi o suficiente para obter maior intensidade na fermentação da massa ensilada e conseqüentemente um lento abaixamento do pH.

Segundo McDonald et al., (1991), para a mistura apresentar um bom processo fermentativo, ela deve conter um teor entre 6 a 12% na MS e baixa capacidade tampão. Essas características proporcionam uma maior acidificação do meio, através da produção de ácido láctico promovendo uma silagem de boa qualidade.

Para a capacidade tamponante (CT), não houve efeito isolado do polímero (Tabela 9) para nenhum dos tratamentos avaliados, no entanto, ao avaliar o efeito isolado da mistura concentrada, foi evidenciado a maior média nos tratamentos com a adição da mistura, levando a entender que essas silagens apresentavam uma quantidade a mais de ácidos orgânicos, ácidos málicos, cítrico e oxálico que misturados com sais podem funcionar como efeito tamponante. Uma vez que, a CT depende, sobretudo da proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinação de ácidos orgânicos e seus sais (JOBIM et al., 2007).

Ao avaliar o efeito isolado da mistura concentrada para essa variável, foi observado que houve efeito significativo ($P < 0,05$) e os tratamentos sem a mistura obtiveram maiores teores de CHOs,

estando atrelado ao baixo teor de proteína bruta.

As menores PE se deram para os tratamentos sem a adição da mistura concentrada (Tabela 10), esse resultado pode ser explicado pela capacidade que o concentrado tem em absorver a umidade das silagens. Uma vez que, as perdas estão relacionadas à atividade de água, associada ao teor de MS da forragem ensilada e também ao tratamento físico aplicado à forragem no momento do corte e ao uso de aditivos (ITAVO et al. 2010).

As perdas por gases (PG), apresentaram menores perdas no tratamento controle, bem como para o tratamento com a mistura concentrada (Tabela 10), podendo ter sido influenciado pelo teor de MS (37%), uma vez que, MS entre 30 e 35% permite evitar as perdas por efluentes e gases, além de ajudar a possibilitar a fermentação láctica, com o intuito de manter o valor nutritivo do alimento (VAN SOEST, 1994). As fermentações lácticas diminuem essas perdas por causa da relação com a alta produção do ácido láctico sob o ácido acético e butírico.

Não foi observado nenhum efeito isolado do polímero retentor de umidade para as variáveis analisadas, matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) entre os tratamentos (Tabela 12). Entretanto, os valores encontrados na presente pesquisa (32% a 33%), estão dentro do considerado ideal 28% a 34% (MONTEIRO et al., 2011). Entretanto, a adição dos concentrados em silagens de ração total, possibilita um aumento do teor de matéria seca, o que limitará a proliferação de leveduras no meio, ao passo que as bactérias lácticas são mais tolerantes a esta condição (BUENO et al., 2020; PAHLOW et al., 2003).

Para a variável nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), foi observado um efeito entre a interação polímero e a mistura concentrada (Tabela 11), onde os tratamentos com a adição da mistura apresentaram maiores teores de $N-NH_3$, no entanto, foi observado que, tanto para os tratamentos com a mistura como sem a mistura, apresentaram uma redução dos teores de $N-NH_3$ de acordo com o intervalo de hidratação (5 e 10 dias). Os teores encontrados na presente pesquisa (0,6% a 1,4%), estão de acordo com o considerado ideal, pois segundo Henderson (1993), as silagens de boa qualidade devem atingir no máximo 8 a 11% de $N-NH_3$.

Ao avaliar o efeito isolado da mistura concentrada (Tabela 12), observou diferença significativa para os tratamentos em que receberam a adição dos concentrados, levando a entender que a utilização das misturas concentradas, apresentam eficiência em atuar como fonte higroscópica, tendo em vista que aumenta a MS e como fontes proteicas elevam os teores de PB, indicando a importância da utilização dos mesmos.

Os teores de PB encontrados na presente pesquisa foram inferiores (6% e 13%) ao considerado ideal 8% e 16% respectivamente (NRC 2001; Oliveira 2014). No entanto, vale ressaltar que, houve uma correção dos valores da PB em que receberam a adição do concentrado, devido ao adequado

processo de fermentação, implicando em uma menor hidrólise proteica, com isso reduzindo as perdas nos teores de PB das silagens.

Para a matéria mineral (MM), foi observado efeito isolado do polímero retentor de umidade, assim como também teve efeito isolado da mistura (Tabela 12). No entanto, apesar da diferença, pode se dizer que houve uma permanência na qualidade da silagem, devido a boa vedação dos silos em preservação do material ensilado.

Não foi observado efeito isolado do polímero retentor de umidade (Tabela 12), para extrato etéreo (EE), entre os tratamentos avaliados. Ao avaliar o efeito isolado da mistura concentrada para essa mesma variável, foi observado diferença significativa ($P < 0,05$), essa diferença pode ter ocorrido devido a composição química das dietas com base na formulação.

Em avaliação feita sob o efeito isolado da mistura concentrada, foi encontrado diferença significativa para essa variável (EE), onde os tratamentos em que receberam a adição da mistura apresentou menores teores de EE, em decorrência dos menores teores de FDN e FDA, o que permite dizer que esses apresentam silagens de boa qualidade, devido a correlação de consumo com a matéria seca, além de serem um constituinte com relação oposta com a digestibilidade de matéria seca (MERTENS 1982).

Não houve efeito isolado do polímero retentor de umidade para a variável fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), entre os tratamentos avaliados, no entanto, foi encontrado os menores teores de FDN para o tratamento controle, podendo estar relacionado aos maiores teores de PE e PG (Tabela 9).

As variáveis FDN e FDA apresentaram as menores médias para os tratamentos com a adição da mistura concentrada (Tabela 12), o que é interessante, devido relação oposta em ingestão a MS, os menores teores de FDA, está ligado diretamente com a qualidade da silagem, por estar ligado a digestibilidade da MS (VAN SOEST 1982).

A estabilidade aeróbia (EA) das silagens de milho com e sem a mistura concentrada, não apresentaram diferenças significativas, no entanto, foi observado que as silagens de milho puro iniciaram o pico de temperatura mais rápido, o que pode ser compreendido pelo baixo teor de matéria seca, em comparação as silagens de milho com a adição dos concentrados. Segundo MC Donald et al., (1991) esta rápida quebra da EA, pode estar relacionado com os baixos teores de matéria seca, uma vez que o aumento de calor no interior dos silos, estão associados a esses teores de matéria seca das silagens avaliadas, uma vez que há uma necessidade maior de calor para alterar temperaturas com menores teores de matéria seca.

A temperatura não é o único fator que interfere na estabilidade das silagens, pois os altos teores de carboidratos solúveis, o aumento da população de fungos e a interação entre o pH e acúmulo de

ácidos orgânicos, são fatores que propiciam a deterioração do material ensilado. PHILLIP e FELLNER (1992) reiteraram que a redução dos teores de carboidratos solúveis, assim como a diminuição no acúmulo dos ácidos lático e aumento do pH após a exposição das silagens ao ar, são indicadores da deterioração da silagem.

As silagens de milho por si só, apresentam um elevado valor nutricional que ocasiona o desenvolvimento dos microrganismos oportunistas, na qual são responsáveis pela deterioração aeróbia, sendo caracterizadas como silagens de alta degradação aeróbia (JOBIM; BRANCO, 2002). O que explica a rápida quebra da estabilidade aeróbia das silagens de milho puro do presente estudo.

Diante disso, foi observado no presente trabalho que o intervalo com a hidratação a cada 5 dias, apresentou melhores médias para as características agronômicas e morfológicas, bem como as maiores produções de biomassa, levando a acreditar que o uso do polímero retentor de umidade no solo permite ao produtor reduzir o uso de irrigação durante o período e obter um bom desenvolvimento da planta.

O uso das silagens com a adição das misturas concentradas, apresentaram menores perdas fermentativas e uma boa recuperação da matéria seca, embora não tenham diferido entre os tratamentos. Além disso, a TMR proporcionou melhores teores na composição bromatológica. Podendo dizer que houve um bom valor nutritivo, com isso uma silagem de boa qualidade.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que os tratamentos hidratados a cada 5 dias, apresentaram resultados significantes para o cultivo do milho na entre safra agrícola, sendo possível obter boa produção de biomassa com uma redução na irrigação da cultura.

As silagens com a adição da mistura concentrada, apresentam melhoras quanto as características qualitativas e nutricionais das silagens.

REFERENCIAS

ADEBAYO, M. A.; et al. 2014. Análise genética da tolerância à seca em cruzamentos adaptados x exóticos de linhagens endogâmicas de milho sob condições de estresse manejado. *Eufítica*, v.196, 261 p. Disponível em: <Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10681-013-1029-5.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023. doi: 10.1007/s10681-013-1029-5.

AGRO BAYER BRASIL. 2018. Cultura do milho. Disponível em: Acesso em: 10 jan. 2022.

ALCÂNTARA, K. F. **A origem do milho na América Latina, história, mitos e seu uso no México e no Brasil**. 2019. 47 f. Monografia (Graduação em Gastronomia) - Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; RESENDE, M. Cultivo do milho: manejo de irrigação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 47). Disponível em: Acesso em: 05 set. 2023.

ALMEIDA, A. C. et al. Produtividade e eficiência de uso da água em milho cultivado com diferentes estratégias de manejo hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, n.3, p.1148-1457, 2017.

ALVARES, C. A. et al. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische zeitschrift**, v.22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis**. AOAC International, v.20, 2016.

AOUADA, Fauze Ahmad. Síntese e caracterização de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose para liberação controlada de pesticidas. 2009. 141p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2009.

AZEVEDO, T. L. F. et al. **Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café**. Maringá, *Acta Scientiarum*, 2002. v. 24, n. 5, p. 1239-1243.

BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; OSÓRIO NETO, E. **Nutrição de ruminantes. Jaboticabal**: Funep, 583p. 2006.

BEZERRA, Idelfonso Leandro et al. Características fisiológicas e de crescimento em milho sob doses de potássio. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 12, n. 3, 2023.

BOTELHO, P. R. F. et al. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

BUENO, A. V. I. et al. Ensiling Total Mixed Ration for Ruminants: **A Review. Agronomy**. v.10(6), p. 879. 2020.

CARVALHO, I. R. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em ambiente irrigado e sequeiro. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

CARVALHO, Luís Carlos Nunes. **Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. doi: 10.11606/D.11.2016.tde-09062016- 184800. Acesso em: 20 de jul. 2022.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p. 340-347, 2009.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. et al. Necessidade hídrica da cultura do milho influenciada pelas mudanças climáticas no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 2, p. 251-262, 2018.

CAO Y.; CAI Y. et al. Effect of lactic acid bacteria inoculant and beet pulp addition on fermentation characteristics and in vitro ruminal digestion of vegetable residue silage. **Journal of Dairy Science**, 94, 3902–3912, 2011.

CONAB (2020) **Companhia Nacional de Abastecimento**. Safras / Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 05 de out. 2022.

CONAB (2022) **Companhia Nacional de Abastecimento**. Safras / Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 10 de jan. 2023.

COSTA, R. V. et al. **Incidência de Colletotrichum graminicola em colmos de genótipos de milho.** Summa Phytopathologica, v.36, p.122-128, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052010000200003>.

CORSATO, C. E. et al. (2008). Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caquizeiro em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30(2), 414-418.

COUTINHO, M. J. F. et al. **A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro.** Vet. Zootec. v. 20, n. 3, p. 9–17, 2013.

CRUZ, J.C. et al. (Eds.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 544p.

CRUZ, J. C. et ai. Milho – Cultivares para 2013/2014. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, [2013]. Disponível em: . Acesso em 04 de Jan. 2023.

CRUZ, J. C. et al. Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 1. **Versão Eletrônica**, v. 5, 2015.

CQBAL 4.0. **Tabela de composição química e bromatológicas de alimentos.** 2017-2018. Disponível em: < <http://www.cqbal.com.br>>. Acesso em: 13/01/2023.

DETTMAN, E. et al. **Métodos para Análise de Alimentos – INCT – Ciência Animal.** 1ed. Visconde do Rio Branco: Suprema,214p, 2012.

DRANSKI, J. A. L. et al. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. Campina Grande, PB: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.537–542, 2013.

DUBOIS, M. et al. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, 28(3), 350-356.

FANCELLI, A.L.; D. DOURADO-NETO. Produção de Milho. Guaíba: 2º Ed. **Agropecuária**. 2004. 3.

GHEYSARI, M. et al. **Comparação de estratégias de manejo de irrigação deficitária no crescimento de raízes, plantas e produtividade de biomassa de milho para silagem.** Agrícola. Gerenciamento de água. v. 182, p. 126–138, 2017.

GOMIDE CAM.; GOMIDE JA (2000) Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29:341-348.

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

ITAVO, L. C.V. et al. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar tratadas com aditivos. **Revista Brasileira. Saúde Produção. Animal**, v.11, n.3, p.606-617, 2010.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. Qualidade de forragens conservada versus produção e qualidade do leite de vacas. In: II Sul-Leite - Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. 1, 2002, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2002, p. 98-122.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R. **Análise de silagens para produtos finais de fermentação. 2000** Disponível em http://ag.udel.edu/departments/anfs/faculty/kung/.../analyzing_silages_for_fermentati.htm. Acesso em: 06 jan. 2023.

KUNG JR, L. et al. Revisão de silagem: Interpretação dos componentes químicos, microbianos e organolépticos das silagens. **Jornal de ciência láctea**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. doi.org/10.3168/jds.2017-13909.

LANDIS, T. D.; HAASE, D. L. Aplicações de hidrogéis no viveiro e durante o plantio. 2012. Em: HAASE, D. L.; PINTO, J. R.; RILEY, L. E. (Org.). **Procedimentos Nacionais: Associações de Viveiros Florestais e de Conservação. Fort Collins**: Serviço Florestal do USDA, Estação de Pesquisa das Montanhas Rochosas. Processos RMRS. v. 68, p. 53-58, 2012.

LIMA, T. G. et al. Consequências da remoção do limbo foliar em diferentes estádios reprodutivos da cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, p. 563-570, 2010.

LIMA, R. M. F.; SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na Agricultura e sua Utilização como Alternativa para a Proteção Ambiental. Pouso Alegre, MG: **Rev. Agrogeoambiental**, 2011. e-ISSN: 2316-1817.

MAGALHÃES, P.C. et al. **Fisiologia do Milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2002. 22p. (Circular Técnica, 22).

MELO, B. et al. Uso do polímero hidroabsorvente terracottem e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 13-22, 2005.

McDONALD, P. et al. A bioquímica da silagem. **Marlow:Chalcombe**. 2. ed. 1991. 340p.

MENDONÇA, T.G. et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Recursos Hídricos e Gestão de Irrigação-WRIM**. Cruz das Almas, PB v.2, n.2, p.87-92, 2013.

MERTENS, D. R. Utilização de fibra em detergente neutro na formulação de rações lácteas. In: Conferência sobre Processo de Conferência sobre Nutrição, Conferência Gant para a Indústria de Alimentos, 1982, Atenas. Procedimentos. **Atenas: Universidade da Geórgia**, 1982. p.116-126.

MONTEIRO, I.J.G. et al. Silagem de capim elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, p.347-352, 2011.

MONTESANO, F. F. et al. O hidrogel superabsorvente biodegradável aumenta as propriedades de retenção de água dos meios de cultivo e do crescimento das plantas. **Procedia de Agricultura e Ciências Agrárias**,v. 4, p. 451-458, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Exigências nutricionais de vaca leiteira**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 381p, 2001.

NETO, J. L. L. M.; et al. **Hidrogéis na Agricultura Brasileira**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 11, n. 4, p. 347-360, outubro-dezembro, 2017.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

NOVAIS, G. T. Condições Climáticas em cidades do clima tropical semiúmido: estudos preliminares de uma nova classificação climática: **variabilidade e suscetibilidade climática**: implicações ecossistêmicas e sociais. 25 a 29 de outubro de 2016, Goiania (Go)/UFG. 2016.

OLIVEIRA, M. R. et al. Avaliação das perdas na ensilagem de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 319-325, 2014.

OLIVEIRA, O. F. et al. **Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos**, Serra Talhada (PE). *Rev. Caatinga*, v. 28, n. 3, p. 223 - 229, 2015.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE-ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. **Microbiologia da Ensilagem. In: Ciência e Tecnologia da Silagem**. Madison, Wisconsin: Sociedade Americana de Agronomia, Sociedade de Ciência de Culturas da América, Sociedade de Ciência do Solo de América, 2003. v. 42p. 31–94.

PLAYNE, M. J.; MCDONALD, P. Os constituintes tampão da forragem e da silagem. **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 17, n. 6, p. 264-268, 1966.

PELEGRIN, A. J. D. et al. Polímeros hidrotentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 175-182, 2017.

PEREIRA, M. 2003. **Uma comparação financeira simples entre milho grão e milho silagem**. Disponível em: Acesso em: 02 Out. 2022.

PITT, R. E.; MUCK, R. E.; PICKERING, N. B. (1991) A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, 46, 301-312.

PHILLIP, L.E.; FELLNER, V. Efeitos da inoculação bacteriana da espiga de milho com alto teor de umidade sobre sua estabilidade aeróbica, digestão e utilização para crescimento por novilhos de corte. **Jornal de Ciência Animal**, Champaign, v.70, n.10, p.3178-3187, 1992.

SALLA, P. H. H. **Eficiência produtiva e econômica de cultivos de milho e sorgo em sucessão para produção de silagem**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, 2018.

SANTONI, N. et al. Caracterização de Hidrogeis de quitosano entrecruzados covalentemente com Genipina. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madri, v. 9, n. 3, p. 326-330, 2008.

SANTOS, W. de O. Necessidades hídricas, desenvolvimento e análise econômica do milho nas condições do semiárido brasileiro. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

SANTOS, G. 2016. Qual é o custo para produzir silagem de milho?. Disponível em: . Acesso em: 02 de Out. 2022.

SANTOS, E.M; ZANINE, A.M. **Silagem de gramíneas tropicais**. Colloquium Agrariae, v. 2, n.1, 2006, p. 32-45.

SCHINGOETHE, D. J. Uma revisão de 100 anos: alimentação total com ração mista para vacas leiteiras. *J. Laticínios Sci.* 100:10143–10150, 2017.

TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. O efeito do *Lactobacillus buchneri* 40788 na fermentação e estabilidade aeróbica de milho com alto teor de umidade em silos de laboratório. **Jornal de ciência láctea**, v.85, n. 6, p.1526-1532, 2002.

TOMICH, T.R. et al. Nutrição de precisão na pecuária leiteira. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, Embrapa Gado de Leite, n. 79, v. 5, p. 54-72, dez 2015.

VALADARES FILHO, S.C. et al., CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. 2018.

VAN SOEST, P. J. **Ecologia nutricional dos ruminantes**. Corvallis: O & Books, 373p. 1982.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A Métodos para fibra alimentar, fibra em detergente neutro e polissacarídeos não amiláceos em relação à nutrição animal. **Jornal de ciência láctea**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Ecologia nutricional do ruminante**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p. 1994.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. v.5, p.183-195, 2011.

YUAN, X. et al. Qualidade fermentativa, digestibilidade in vitro e estabilidade aeróbia de silagens de ração total mista preparada com palha de milho integral (*Zea mays* L.) e palha de cevada sem casca (*Hordeum vulgare* L.). **Ciência da Produção Animal**, 2017.