

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

DIEGO SCARAMAL CABRAL

Características Bromatológicas de Silagens de Grãos Secos de Destilaria de Milho

CHAPADÃO DO SUL, MS
2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

Características Bromatológicas de Silagens de Grãos Secos de Destilaria de Milho

DIEGO SCARAMAL CABRAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi

CHAPADÃO DO SUL, MS
2023

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod. W300, km 000, Caixa Postal 334

Fone:

051 3343-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23483.000817/2023-87

SE nº 4472974

DEDICATÓRIA

DEDICO

Aos meus pais, que me educaram e me deram a oportunidade para mais esta conquista em minha vida, que nos momentos difíceis, me compreenderam e me incentivaram, demonstrando todo carinho, respeito, confiança e amor que sentem por mim.

AMO VOCÊS

Agradeço
A Deus,
por sempre estar ao meu lado e por
proteger, iluminar e guiar meus passos.

CABRAL, D.S. **Características Bromatológicas de Silagens de Grãos Secos de Destilaria de Milho**. Chapadão do Sul, 2023. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2023.

RESUMO

Os Grãos Secos de Destilaria ou Dried Distillers Grains ou (DDG) de milho são um dos possíveis subprodutos do etanol de milho e se destaca como ingrediente de rações para a alimentação animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes teores de água sobre as características bromatológicas/químicas do DDG de milho após o processo de ensilagem durante período de 90 dias, sem ou com uso de inoculante. Oito tratamentos foram avaliados: adição de 0(testemunha), 30, 40 ou 50% de água na massa de DDG a ser ensilada, sem ou com uso de inoculante. Foram avaliados o pH e os teores de proteína bruta, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose. Verificou-se que o processo de ensilagem promoveu redução nos valores de pH, fibra em detergente ácido e minerais e aumento nos teores de fibra em detergente neutro, hemicelulose e proteína, dependendo do teor de água. Por fim, os tratamentos com 30 e 40% de água e com uso de inoculante apresentaram os melhores resultados bromatológicos, sendo os mais recomendados para a alimentação animal.

Termos de indexação: DDG, inoculante, microsilo, nutriente, qualidade, umidade, WDG

CABRAL, D.S. Bromatological Characteristics of Dried Corn Distillery Grain Silages. Chapadão do Sul, 2023. 31f. Course Completion Work - Federal University of Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2023.

ABSTRACT

Corn Dried Distillers Grains (DDG) are one of the possible by-products of corn ethanol and stand out as an ingredient in animal feeding. The objective of this work was to evaluate the effect of different water contents on the bromatological/chemical characteristics of corn DDG after the ensiling process over a period of 90 days, without or with the use of inoculant. Eight treatments were evaluated: addition of 0 (control), 30, 40 or 50% of water in the mass of DDG to be ensiled, without or with the use of inoculant. The pH and the levels of crude protein, mineral matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and hemicellulose were evaluated. It was found that the ensiling process promoted a reduction in pH values, acid detergent fiber and minerals and an increase in neutral detergent fiber, hemicellulose and protein levels, depending on the water content. Finally, treatments with 30 and 40% of water and the use of inoculant showed the best bromatological results, being the most recommended for animal feed.

Index terms: DDG, inoculant, microsilo, moisture, nutrient, quality, WDG

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Potencial Hidrogeniônico (pH) de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	17
Tabela 2. Teor de matéria mineral, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	18
Tabela 3. Teor de proteína bruta, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	20
Tabela 4. Teor de fibra em detergente neutro, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	21
Tabela 5. Teor de fibra em detergente ácido, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	22
Tabela 6. Teor de hemicelulose, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	23

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Potencial Hidrogeniônico (pH) de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	17
Figura 2. Teor de matéria mineral, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	19
Figura 3. Teor de proteína bruta, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	20
Figura 4. Teor de fibra em detergente neutro, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	21
Figura 5. Teor de fibra em detergente ácido, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	22
Figura 6. Teor de hemicelulose, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.....	24

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. O milho e seus subprodutos na produção de etanol.....	8
2.2. O processo de ensilagem.....	9
2.3. Principais parâmetros avaliados em silagens para animais ruminantes.....	11
2.3.1. pH.....	11
2.3.2. Matéria mineral.....	11
2.3.3. Proteína bruta.....	11
2.3.4. Fibras.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Delineamento experimental.....	14
3.2. pH.....	14
3.3. Matéria mineral.....	14
3.4. Proteína bruta.....	14
3.5. Fibra em detergente neutro.....	15
3.6. Fibra em detergente ácido.....	15
3.7. Hemicelulose.....	16
3.8. Análise estatística.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. pH.....	16
4.2. Matéria mineral.....	18
4.3. Proteína bruta.....	19
4.4. Fibra em detergente neutro.....	20
4.5. Fibra em detergente ácido.....	22
4.6. Hemicelulose.....	23
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

Os Grãos Secos de Destilaria ou Dried Distillers Grains ou (DDG) são um dos possíveis subprodutos do etanol de milho e se destaca como ingrediente de rações para a alimentação animal, principalmente por sua alta concentração de proteínas. O DDG apresenta grande vantagem para armazenamento, pois, se trata de um pó seco, logo, altamente estável e de fácil acomodação. Outro possível subproduto deste processo são os Grãos Úmidos de Destilaria ou Wet Distillers Grains (WDG), um produto marcado também pelo seu alto valor nutricional, mas, que apresenta alta instabilidade, pois, se trata de um material com alta umidade e, diante disso, passível de sofrer grandes modificações qualitativas em função da ação por microrganismos (PASSINI et al., 2002).

O DDG é fonte de vários compostos nutricionais, dentre eles: proteínas, energia, minerais e vitaminas. Mas, diante das particularidades dos processos industriais nas diferentes usinas, poderá apresentar variações na sua composição bromatológica, seja pela qualidade do milho utilizado, quantidade e qualidade dos solventes adicionados e/ou por variações nos processos de moagem, cozimento, destilação e secagem. Com isso, é estabelecida a classificação do subproduto de acordo com sua qualidade: alta proteína, quando acima de 39% de proteína bruta, e baixa proteína, quando abaixo de 38% de proteína bruta (TALAMINI et al., 2022).

Devido ao alto teor de umidade do WDG, uma das formas de se armazenar este alimento, minimizando as perdas nutricionais por decomposição do material, é por meio do processo da ensilagem. As características nutricionais e bromatológicos dos alimentos ao longo do tempo estão diretamente ligadas à sua concentração de água (BENINI et al., 2020).

Da mesma forma, o teor de água também influencia no processo de ensilagem. Em algumas situações, podem ocorrer resultados oriundos de processos não biológicos, ou seja, processos físicos, como, por exemplo, a lixiviação no caso de excesso de umidade. Neste caso, os minerais, em função da gravidade, escoam para regiões mais baixas do silo o que causa a heterogeneidade da massa de silagem. Por outro lado, o baixo teor de umidade inviabiliza o processo de ensilagem, por não permitir a vida ou a multiplicação dos microrganismos responsáveis pelos processos fermentativos (GORDON, 1967).

A ensilagem é um processo fermentativo que visa a conservação dos alimentos por meio da redução do pH, principalmente pelo ácido láctico. Na primeira etapa deste processo, a chamada fase aeróbica, após o material ser compactado e coberto, haverá o

consumo de todo oxigênio disponível por parte dos microorganismos aeróbicos, até que os próprios venham a morrer devido à escassez deste elemento no meio. Na segunda parte do processo, ocorre a proliferação de bactérias lácticas anaeróbicas espontâneas, naturalmente presentes na massa ensilada, ou adicionadas à massa, por meio de inoculantes, que promoverão a redução do pH até aproximadamente 4,5; à medida que ocorrem os processos fermentativos, culmina na morte das próprias bactérias lácticas, devido ao ambiente muito ácido. Desta forma, é atingida a condição ideal de armazenamento (estabilização do material) e finalizado o consumo de nutrientes do material ensilado para a produção de ácidos (COELHO, 2002).

Apesar da ensilagem ser um processo de extrema importância para os pecuaristas, este processo possui algumas desvantagens: a primeira é o aumento do custo de produção, pois, quando utilizado em escala comercial, exige maquinário para compactação, local adequado para alocação, mão de obra, apoio técnico e custo com inoculantes e outros aditivos, quando utilizados; a segunda maior desvantagem pode ser observada após a abertura do silo, pois, a silagem é um alimento estável somente quando vedado; quando aberto, inicia-se seu processo de degradação, pela decomposição da massa ensilada exposta ao oxigênio e aos demais fatores climáticos (PEDROSO, 1998).

Diante do apresentado, espera-se que diferentes teores de umidade, assim como a adição ou não de inoculante na massa ensilada, podem interferir no processo fermentativo e, conseqüentemente, nas características bromatológicas das silagens produzidas.

Desta forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar a qualidade nutricional de silagens de DDG reidratadas com a adição de diferentes teores de água, com ou sem o uso de inoculante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O milho e seus subprodutos na produção de etanol

Segundo Costa et al. (2003), o milho, em razão de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo e, devido as suas múltiplas aplicações, tanto na alimentação humana quanto animal, tem importante papel socioeconômico, além de ser matéria prima básica para diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI e

DOURADO NETO, 2000). Conhecido também pela sua versatilidade de uso e pelos desdobramentos na produção animal, o cultivo do milho tem grande importância econômica e social dentro dos sistemas de produção agrícolas brasileiros (FREITAS e SILVA, 2008). No Brasil, a cultura ocupa posição significativa na economia, em decorrência do valor da produção agropecuária, da área cultivada e do volume produzido, especialmente nas regiões sul, sudeste e centro-oeste (JAKELAITIS et al., 2004). Sua importância econômica é caracterizada pelas suas diversas formas de utilização; na realidade, o uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal no mundo, isto é, cerca de 70% (EMBRAPA, 2002).

A cadeia produtiva do milho se insere nas cadeias produtivas do leite, de ovos e das carnes bovina, suína e de aves e mudanças nestas cadeias passam a ser de vital importância no processo produtivo do milho. Três grandes derivações tradicionais ocorrem no uso do milho na agropecuária: a produção de silagem para alimentação de vacas em produção de leite e mais recentemente de gado confinado para engorda no período de inverno (seca); a industrialização do grão de milho gerando subprodutos que são utilizados na confecção de rações para diferentes espécies de animais e; o emprego do grão seco “in natura” em misturas concentradas para a alimentação animal.

Mais recentemente, a utilização do DDG tem ganhado importância e espaço na pecuária brasileira devido ao seu alto valor nutricional e maior disponibilidade, já que são produzidos aproximadamente 300 kg de DDG por cada tonelada de milho processado, com concentração de proteína bruta em torno de 38,5% (TALAMINI et al., 2022), o que é de grande interesse para os pecuaristas.

2.2. O processo de ensilagem

Com o intuito de se conservar alimentos, algumas técnicas, como a ensilagem e a fenação, passam a ser importantes ferramentas para a produção de produtos de origem animal (COELHO, 2002). Desta forma, a ensilagem é um tema que vem se destacando nos últimos anos e é uma das principais formas de conservação de alimentos para garantir a alimentação dos animais ruminantes, especialmente durante o período seco do ano. Nesse processo, ocorre diminuição do pH da massa ensilada e aumento de temperatura e do nitrogênio amoniacal (ZEOULA et al., 2003).

A ensilagem consiste em um método de conservação de alimentos em condições de anaerobiose, com a finalidade do desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático a

partir de substratos, como açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis. Segundo Coelho (2002), a ensilagem é baseada na fermentação anaeróbica, que visa fornecer ácido láctico suficiente para inibir microrganismos indesejáveis, assim como enzimas catalíticas, com o objetivo de manter as características do alimento próximas ao original. Portanto, ao se fazer a silagem e estabelecer as condições para a fermentação anaeróbica, há a diminuição nas perdas de matéria seca e proteínas, garantindo valor nutritivo e digestibilidade (VILELA, 1998).

A silagem é o produto resultante da ensilagem, com o objetivo de se conseguir a maior concentração possível de ácido láctico. Após o fechamento do silo, ocorre perda de nutrientes de diferentes formas, sendo: perdas evitáveis, que são os mofo e as podridões decorrentes de práticas incorretas de ensilagem e; perdas não evitáveis, que incluem mudanças bioquímicas, respiração celular e fermentação. O principal objetivo da ensilagem é a redução máxima das perdas para que se possa, dentro do possível, ter uma silagem com valor nutricional o mais próximo do material de origem (TORRES, 1984), ou seja, com as menores perdas possíveis.

O tempo gasto no processo de ensilagem é um dos principais fatores para se obter uma boa silagem. Enquanto o material não se estabilizar, continua o processo oxidativo, promovendo o consumo de carboidratos solúveis. Quanto mais tempo o material ficar exposto ao oxigênio, maior será a perda de nutrientes. O tipo de silo, as técnicas de ensilagem e fechamento, a presença de ar, a temperatura e o tempo de armazenamento são alguns dos fatores que influenciam o processo de ensilagem (GUIM, 2003).

Na conservação dos alimentos por meio da ensilagem, a diminuição das perdas e a inibição das fermentações indesejadas e/ou secundárias são importantes metas a serem alcançadas. O valor nutricional das silagens pode ser modificado em função dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem na ensilagem (JOBIM et al., 2007).

Segundo McCullough (1977), o teor de matéria seca influi grandemente sobre a natureza da fermentação e a conservação da massa ensilada; segundo este autor, teores ideais de matéria seca devem estar situados entre 28-34% nas plantas de milho.

Segundo Briggs et al (1961), uma silagem de boa qualidade, sem necessidade do uso de aditivos, resulta quando a umidade está entre 60 a 72%. Weeks e Yegian (1965) encontraram perdas de 1,8 e 30%, para materiais ensilados com 70 e 82% de umidade, respectivamente. Estes resultados são parecidos aos mencionados por GORDON (1967), ensilando forragens com 80% de umidade.

2.3. Principais parâmetros avaliados em silagens para animais ruminantes

2.3.1. pH

Atualmente, a silagem é tida como a principal forma de conservação de alimento úmido e a conservação se dá pela acidificação do meio (TORRES, 1984). Portanto, ainda segundo este mesmo autor, atingir um alto nível de acidez, pelo menos abaixo de pH igual a 5, garante a morte da maioria dos organismos degradadores no processo de ensilagem e é um dos principais objetivos a serem atingidos.

2.3.2. Matéria mineral

Quanto à matéria mineral, deve-se destacar a sua grande importância no processo de inibição do desenvolvimento de mofos, leveduras, bactérias e a ação de enzimas de plantas sobre a silagem (COELHO, 2002), pois, estas reduzem a qualidade do material ensilado. Portanto, é de grande importância que a quantidade de água utilizada no processo de ensilagem não seja excessiva a ponto de gerar um fluxo de efluentes e, conseqüentemente, lixiviação de minerais (GORDON, 1967).

2.3.3. Proteína bruta

O nível de utilização da fração nitrogenada é importante na avaliação de alimentos e na especificação das exigências nutricionais dos animais ruminantes (ROSSI JÚNIOR et al., 1997). A flora microbiana do rúmen transforma nitrogênio não protéico e protéico degradável em proteína microbiana, desde que disponha de energia. Esta disponibilidade de energia e nitrogênio para os microrganismos é determinada pelas taxas de degradação e passagem pelo rúmen e influencia a eficiência e a quantidade de proteína microbiana sintetizada (PIRES et al., 2010).

Quanto à classificação do DDG a partir da sua concentração de proteína bruta, enquadra-se como de alta proteína aqueles que ultrapassam 39% e de baixa proteína aqueles que possuem menos de 38% (TALAMINI et al., 2022).

2.3.4. Fibras

Através de um detergente ácido específico, é possível solubilizar o conteúdo celular, a hemicelulose e os minerais solúveis, além de maior parte da proteína insolúvel, obtendo-se um resíduo insolúvel neste detergente, denominado fibra em detergente ácido (FDA), constituída, sua quase totalidade, de celulose, lignina, proteína danificada pelo calor, parte da proteína da parede celular e de minerais insolúveis (cinzas) (TURCO, 2011).

A alta porcentagem de FDA nos alimentos é uma característica indesejável, pois, indica a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelo animal, como lignocelulose, que é um indicador da qualidade da silagem, pois, apresenta correlação negativa com a digestibilidade da matéria seca (OLIVEIRA et al., 2010).

Quanto aos teores de FDA nos DDGs, observa-se que materiais com baixos teores de proteína bruta (baixa qualidade) atingem em torno de 9,34% deste elemento, enquanto que materiais com alta proteína (maior qualidade) apresentam 8,34% (TALAMINI et al., 2022).

Assim como a FDA, a Fibra em Detergente Neutro (FDN) não é desejável em grandes concentrações na ração animal, pois, seu teor é inversamente proporcional a consumo total do alimento, logo, quanto mais FDN haver na massa, menor será o consumo de matéria seca, conforme relatado por Filho e Neto (2021). Ainda no mesmo trabalho os autores constataram que um bom nível de FDN para a silagem de milho é em torno de 50%, o que se apresenta muito acima dos percentuais encontrados para o DDGs, que giram em torno de 32,30% para os de baixa proteína e 30,83% para os de alta proteína (TALAMINI et al., 2022).

A hemicelulose é um carboidrato estrutural, cujos açúcares simples que o compõe não estão prontamente disponíveis, logo, sua alta concentração pode ser um indicativo de menor digestibilidade do alimento, a não ser que esteja hidrolisada (PEDROSO, 1988). Mas, ainda segundo este mesmo autor, existem alguns fatores que podem tornar esses açúcares em moléculas disponíveis pra digestão, dentre elas, está a presença da enzima hemicelulase, que é liberada ao de cortar o tecido vegetal, e a amônia, que pode ser adicionada no processo de ensilagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Engenharia Florestal e Bromatologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus de Chapadão do Sul (CPCS). O DDG utilizado foi obtido junto à Usina Cerradinho, localizada no município de Chapadão do Céu, Estado de Goiás, a, aproximadamente, 35 km do campus de Chapadão do Sul e apresentava, em média: 93% de matéria seca e 4,36% de matéria mineral, 30,09% de proteína bruta, 56,46% de fibra em detergente neutro, 13,74% de fibra em detergente ácido e 42,72% de hemicelulose na matéria seca.

Foram testados quatro níveis de adição de água (0, 30, 40 e 50%) e adição ou não de aditivo no DDG ensilado. Para cada tratamento experimental, foram utilizadas três repetições. Os materiais foram ensilados em microsilos de PVC, com 10 cm de diâmetro e 30 cm de altura, por um período de 90 dias, em temperatura ambiente no interior do Laboratório.

Após o período de ensilagem, os microsilos foram abertos e os materiais do seu terço médio (entre 10 e 20 cm de altura) foram retirados e homogeneizados, sendo obtida uma amostra laboratorial de cada repetição para determinação do pH, e posterior secagem a 65 graus Celsius por 72 horas, para obtenção da primeira matéria seca (amostra seca ao ar), e para determinação dos teores de segunda matéria seca (amostra seca em estufa), matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose. Todas as análises bromatológicas foram executadas conforme descritos por Silva e Queiroz (2002) e por Berchielli et al. (2001).

Os terços superiores e inferiores dos microsilos (0 a 10 e 20 a 30 cm de altura, respectivamente) foram descartados por estarem mais sujeitos aos efeitos do oxigênio e ao efeito do acúmulo de efluentes, respectivamente, que poderiam interferir nos processos fermentativos e, conseqüentemente, nos resultados das análises bromatológicas.

De cada amostra laboratorial, pesou-se aproximadamente 2 gramas de material que foram levadas a estufa a 105° Celsius por 12 horas para retirada de todo o restante da umidade e posteriormente esfriadas em dessecador, obtendo-se o teor da segunda matéria seca. Os teores de segunda matéria seca das amostras, em porcentagens, foram obtidos dividindo-se as quantidades de materiais retirados da estufa, descontadas as taras dos recipientes, pelas quantidades de materiais introduzidos na estufa, descontadas as taras dos recipientes, e multiplicando-se os resultados obtidos por 100. Os teores de matérias secas

totais das amostras, em porcentagens, foram obtidos multiplicando-se os teores de primeiras e de segundas matérias secas e depois se dividindo os resultados obtidos por 100.

3.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado nas avaliações foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro tratamentos (teores de água nas amostras) e com uso ou não de inoculante.

3.2. pH

Para se determinar os pHs das amostras, foi utilizado primeiramente um agitador elétrico magnético, para se garantir a homogeneização das soluções aquosas contendo as amostras de DDGs dos diferentes tratamentos experimentais, e, posteriormente, foi realizada leitura das amostras por meio de medidor de pH.

3.3. Matéria mineral

De cada amostra, pesou-se aproximadamente 2 gramas de material que foram levadas ao forno tipo mufla por 4 horas após alcançar 650° Celsius, permitindo, assim, a incineração completa do material, obtendo-se, ao final do processo e após esfriar em dessecador, a quantidade de cinzas totais da amostra. Os teores de matéria mineral das amostras, em porcentagens, foram obtidos dividindo-se as quantidades de cinzas totais, descontadas as taras dos recipientes, pelas quantidades de materiais introduzidos na mufla, descontadas as taras dos recipientes, e multiplicando-se os resultados obtidos por 100.

3.4. Proteína bruta

O método utilizado para a estimativa dos teores de proteínas brutas totais foi o de Kjeldahl, onde, primeiramente, foi feita a digestão da matéria orgânica das amostras em ácido sulfúrico e mistura catalítica, composta de sulfato de sódio ou potássio e sulfato de cobre pentaidratado, que aumentam o ponto de ebulição do ácido sulfúrico e aceleram as reações químicas que ali ocorrem. Esse processo gera a amônia, que fica retida na solução digestora na forma de sulfato de amônia. Após a digestão da amostra, foi feita a destilação

da amônia capturada na forma de sulfato de amônia, onde o sulfato de amônio é tratado com hidróxido de sódio, liberando novamente a amônia, que agora é recebida e fixada em ácido bórico adicionado de solução indicadora. A terceira e última etapa do processo é a titulação, onde se adicionou solução de ácido clorídrico 0,01 normal na solução de ácido bórico com amônia e solução indicadora até que houvesse a mudança da cor do indicador. O volume da titulação é utilizado para determinar matematicamente a quantidade de nitrogênio total da amostra e o teor de proteína bruta é determinado através da multiplicação do teor total de nitrogênio da amostra pelo fator de correção 6,25.

3.5. Fibra em detergente neutro

Para a determinação dos teores de fibras em detergente neutro das amostras, foram adicionados 100 ml de solução detergente neutro, com amilase, em aproximadamente 1 grama de amostra em um becker. O becker foi aquecido em chapa aquecedora por 60 minutos após início da fervura. Após este período, foram feitas as filtragens em cadinhos filtrantes de vidro, previamente pesados para obtenção das suas taras, por sucção a vácuo. Os materiais dentro dos copos foram lavados com aproximadamente 50 ml de água quente, certificando-se que todo o conteúdo passou para os cadinhos filtrantes e, posteriormente, os materiais dentro dos cadinhos filtrantes foram enxaguados com 50 ml de acetona. Terminadas as filtrações, os cadinhos filtrantes foram colocados em estufa a 105° Celsius por 12 horas, esfriados em dessecador e pesados novamente. Após descontar-se as taras dos cadinhos filtrantes, obtiveram-se as quantidades de fibras em detergente neutro que, divididas pelas quantidades de amostras colocadas nos beckers e multiplicadas por 100, resultaram nos teores de fibras em detergente neutro das amostras (BERCHIELLI et al., 2001).

3.6. Fibra em detergente ácido

Para a determinação dos teores de fibras em detergente ácido das amostras, foram adicionados 100 ml de solução detergente ácido, com amilase, em aproximadamente 1 grama de amostra em um becker. O becker foi aquecido em chapa aquecedora por 60 minutos após início da fervura. Após este período, foram feitas as filtragens imediatamente em cadinhos filtrantes de vidro, previamente pesados para obtenção de suas taras, por sucção a vácuo. Os materiais dentro dos copos foram lavados com aproximadamente 50 ml

de água quente, certificando-se que todo o conteúdo passou para os cadinhos filtrantes e, posteriormente, os materiais dentro dos cadinhos filtrantes foram enxaguados com 50 ml de acetona. Terminadas as filtrações, os cadinhos filtrantes foram colocados em estufa a 105° Celsius por 12 horas, esfriados em dessecador e pesados novamente. Após descontar-se as taras dos cadinhos filtrantes, obtiveram-se as quantidades de fibras em detergente ácido que, divididas pelas quantidades de amostras colocadas nos beakers e multiplicadas por 100, resultaram nos teores de fibras em detergente ácido das amostras (BERCHIELLI et al., 2001).

3.7. Hemicelulose

Os teores de hemicelulose das amostras foram obtidos matematicamente, subtraindo-se os teores de fibra em detergente ácido dos teores de fibras em detergente neutro de cada uma das amostras (BERCHIELLI et al., 2001).

3.8. Análise estatística

Foram utilizadas três repetições por cada tratamento experimental e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Em cada tratamento experimental foram determinadas as equações de regressões em função dos diferentes teores de água nas amostras. As análises estatísticas e as equações de regressão foram feitas utilizando-se o programa computacional ESTAT, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. pH

Os valores de pH foram influenciados pelos tratamentos, seja com o uso de inoculante ou não ($P < 0,05$) (Tabela 1). Para os tratamentos sem inoculante, todas as concentrações se diferenciaram entre si, sendo 3,93 o pH mais baixo, encontrado a 50% de umidade. Diferente dos tratamentos com inoculante, somente as concentrações de 40 e 50% não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo 3,79 o pH mais baixo, encontrado a 50% de umidade.

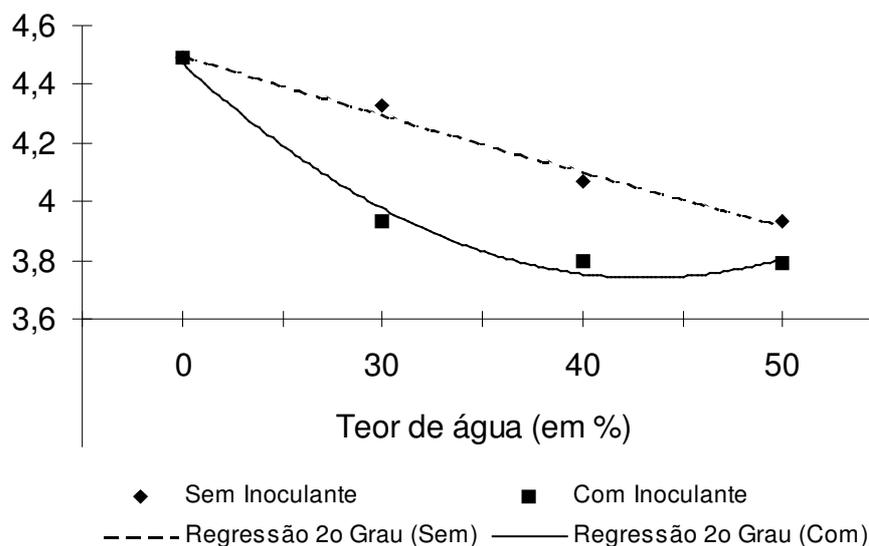
Tabela 1. Potencial Hidrogeniônico (pH) de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG), reidratados com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	4,49 Aa	4,33 Ba	4,07 Ca	3,93 Da	4,21 a
Com	4,49 Aa	3,93 Bb	3,80 Cb	3,79 Cb	4,01 b
Média	4,49 A	4,13 B	3,93 C	3,86 D	4,11

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 0,53%

Quanto maior o teor de umidade no meio, maior deverá ser a fermentação e, conseqüentemente, se terá maior geração de hidrogênio no meio, contribuindo para uma maior queda de pH. Com a adição de inoculante no meio, a fermentação tende a ser maior, contribuindo para uma queda de pH ainda mais acentuada.

Assim, verificou-se que a tendência do pH é diminuir à medida que se aumenta a concentração de água de 0 a 50%, para tratamentos sem inoculante. E para os tratamentos com inoculante, a tendência é que o pH diminua de 0 a 40% de umidade, mas que se estabilize de 40 a 50% (Figura 1). Esse comportamento é esperado e atingiu níveis de pH menores do que os relatados por Benini et al. (2020), que atingiu valor mínimo de 5,01, enquanto que neste experimento obteve-se valor mínimo de 3,79.



$$\begin{aligned} \text{Sem Inoculante: } Y &= 4,4973 + (0,000656 * X) - (0,00024825 * X^2) & R^2 &= 0,9702 \\ \text{Com Inoculante: } Y &= 4,495 - (0,026838 * X) + (0,00025212 * X^2) & R^2 &= 0,997 \end{aligned}$$

Figura 1. Potencial Hidrogeniônico (pH) de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG), reidratados com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

O fato do DDG já ser um material ácido por natureza (pH igual a 4,49), certamente contribuiu para que se alcançasse valores mais baixos de pH nas suas silagens em relação às silagens obtidas com outros alimentos, conforme relatado, por exemplo, com capim mombaça por Benini et al. (2020), que obteve pH igual a 5,01.

4.2. Matéria mineral

Quanto aos teores de matéria mineral nos tratamentos, o esperado era que não houvesse variação nos resultados devido ao uso ou não de inoculante, já que a atividade microbiana pouco ou nada interfere nos teores destes nutrientes no meio, e que o aumento de umidade do meio pudesse resultar em uma possível perda por lixiviação.

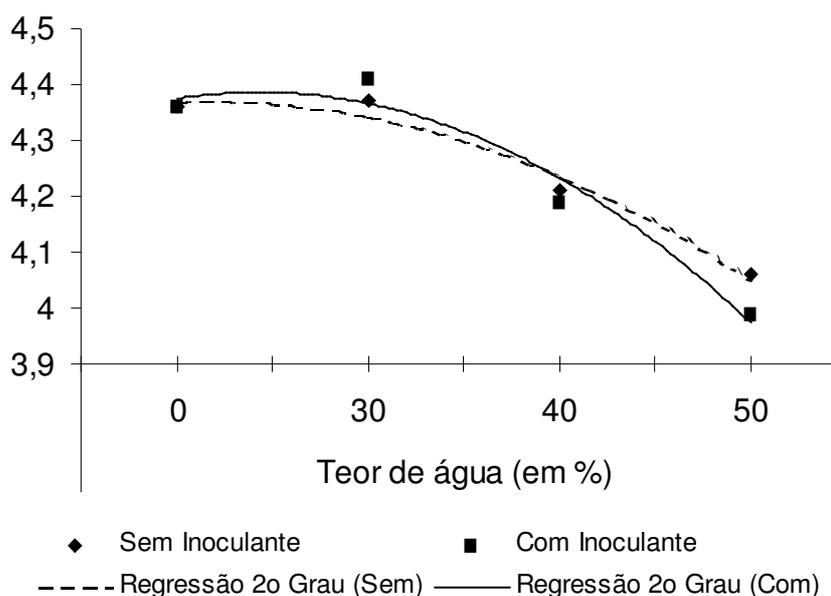
Verificou-se neste experimento que com 50% de umidade houve redução significativa ($P < 0,05$) no teor de matéria mineral em relação a 30% de umidade na média (Tabela 2 e Figura 2), o que pode ser justificado pela lixiviação do conteúdo que carrega os minerais solúveis para as partes inferiores dos microsilos, resultando em amostras com menores teores destes nutrientes, já que as amostragens nos microsilos foram realizadas nas suas porções mediadas, entre 10 e 20 centímetros de altura, conforme explicado no item material e métodos.

Não se verificou efeito quando ao uso ou não de inoculante no meio, corroborando os relatos de Mombach (2014) e Passini et al. (2002), que concluíram que não houve influência da fermentação sobre o teor de matéria mineral. Entretanto, havia a hipótese de que com o aumento do teor de umidade e especialmente com a adição de inoculante poderia ocorrer um aumento na porcentagem de matéria mineral, já que, com o incremento da atividade fermentativa nestas condições, poderia ocorrer maior perda de carboidratos e de proteína e, conseqüentemente uma maior concentração dos elementos não influenciados significativamente pela atividade fermentativa, entre estes, os minerais.

Tabela 2. Teor de matéria mineral, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	4,36	4,37	4,21	4,06	4,25 a
Com	4,36	4,41	4,19	3,99	4,24 a
Média	4,36 A	4,39 A	4,20 AB	4,03 B	4,25

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 3,09%



Sem Inoculante: $Y = 4,365 + (0,008352 * X) - (0,00029181 * X^2)$ $R^2 = 0,9836$
 Com Inoculante: $Y = 4,3656 + (0,013646 * X) - (0,00042735 * X^2)$ $R^2 = 0,9824$

Figura 2. Teor de matéria mineral, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

4.3. Proteína bruta

Os valores de proteína bruta apresentaram comportamento diferente para os tratamentos com ou sem inoculante (Tabela 3). A sua concentração para os tratamentos com inoculante apresentou um crescimento gradual a medida que se aumentou a concentração de água. A 0% de água, a concentração foi de 30,09% e a 50% de água foi de 33,23%. Para os tratamentos sem inoculante, a sua concentração foi de 30,09% com 0% de água e atingiu valores máximos entre 30 e 40% de águas (31,65 e 32,20%, respectivamente). Nos tratamentos com 50% de água, verificaram-se valores de proteína bruta semelhantes aos tratamentos com 0% de água quando não se utilizou inoculante (comportamento de parábola invertida), enquanto que quando se utilizou inoculante verificou-se um aumento linear no teor deste nutriente (Figura3).

O incremento da atividade fermentativa com o uso de inoculante pode ter resultado em maior perda de carboidratos e, conseqüentemente, em maior concentração de nitrogênio no meio, contribuindo para o aumento do teor de proteína bruta.

Tabela 3. Teor de proteína bruta, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	30,09 Ba	31,97 Aa	31,31 ABb	30,13 Bb	30,87 b
Com	30,09 Ca	31,65 Ba	32,20 ABa	33,23 Aa	31,79 a
Média	30,09 B	31,81 A	31,76 A	31,68 A	31,29

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 1,91%

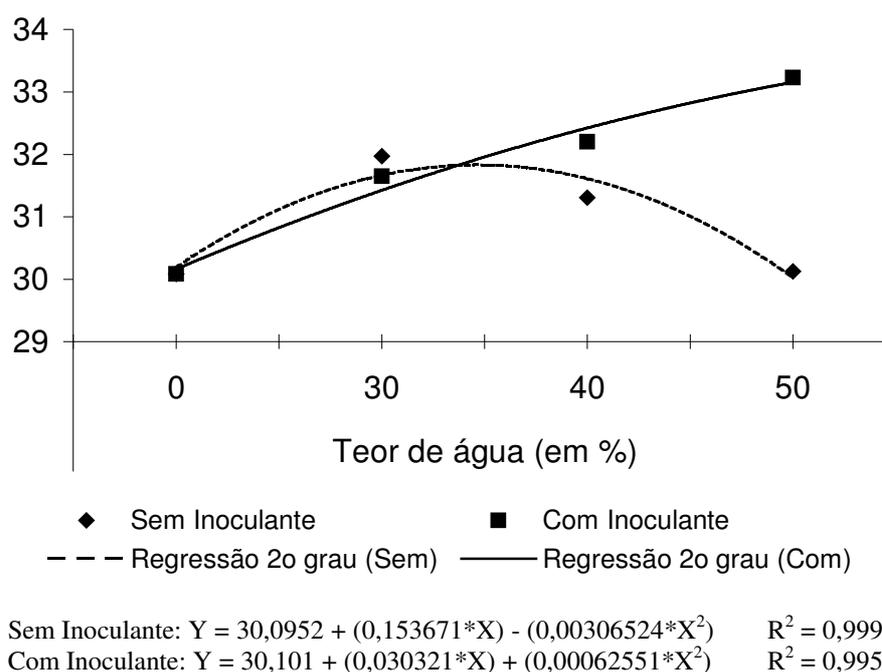


Figura 3. Teor de proteína bruta, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

4.4. Fibra em detergente neutro

Quanto aos teores de fibra em detergente neutro, foi observado que a presença do inoculante não alterou de forma significativa os resultados, ao contrário da concentração de água no meio, pois, a maior concentração deste nutriente nas amostras experimentais ocorreu no valor médio com 50% de água (Tabela 4 e Figura 4) e a menor a 40%. Os tratamentos com 30 e 0% de água resultaram, na média, em valores menores deste nutriente, mas não diferiram dos com 40 e 50% de água.

Tabela 4. Teor de fibra em detergente neutro, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	56,46	61,64	55,87	58,76	58,18 a
Com	56,46	53,87	51,33	65,16	56,71 a
Média	56,46 AB	57,76 AB	53,60 B	61,96 A	57,44

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 7,71%

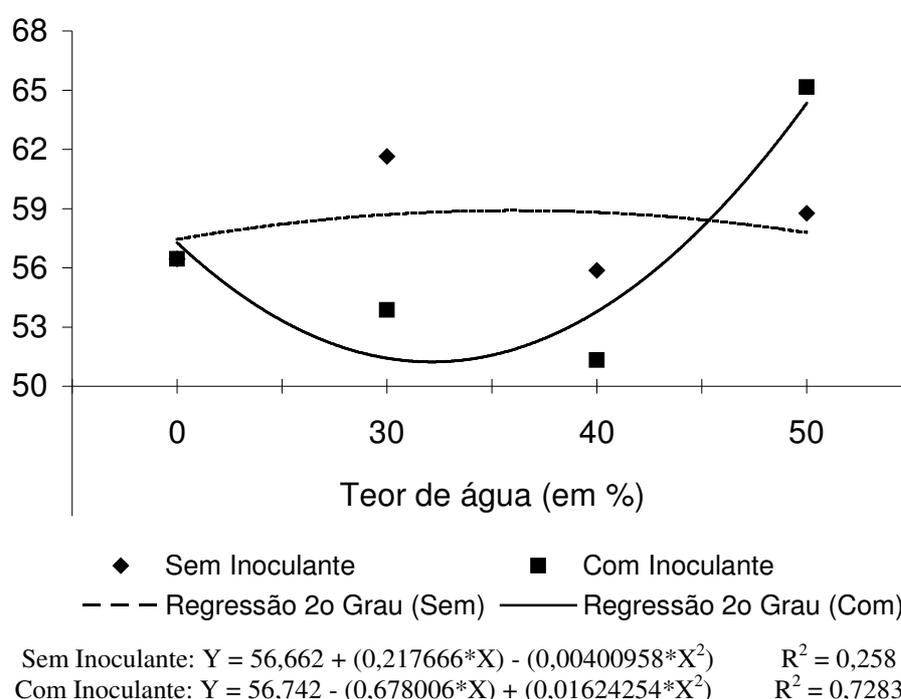


Figura 4. Teor de fibra em detergente neutro, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Com o aumento do teor de água, especialmente com o uso de inoculante, poderia haver uma redução nos teores de fibra em detergente neutro devido a uma maior fermentação dos componentes da parede celular, especialmente da hemicelulose. Entretanto, por outro lado, a fermentação de carboidratos de mais fácil digestão (amido e açúcares), assim como de proteínas, pode resultar em um aumento proporcional dos níveis de fibra em detergente neutro.

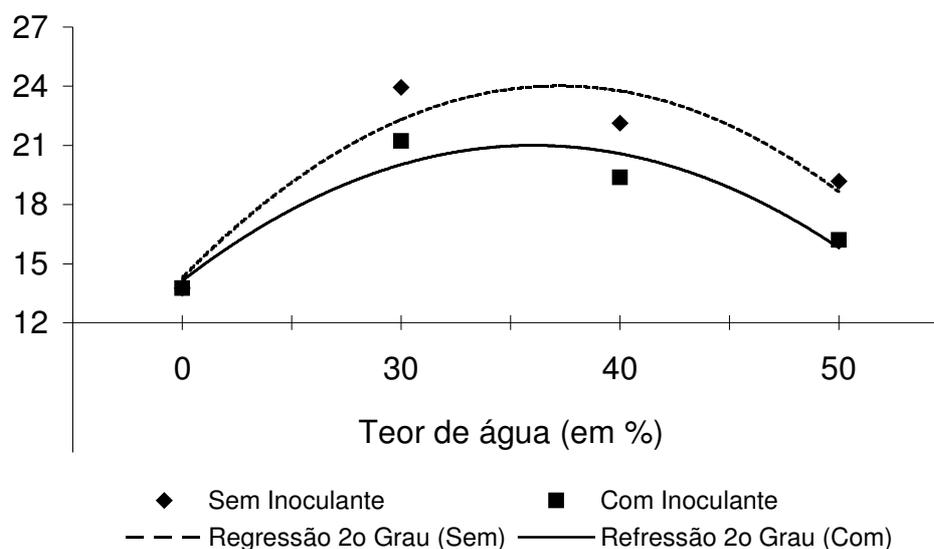
4.5. Fibra em detergente ácido

Quanto ao teor de fibra em detergente ácido, foi observado que a presença de inoculante proporcionou redução do teor deste nutriente na média (Tabela 5 e Figura 5). Tal redução pode ser devido a uma maior atividade fermentativa proporcionada pelo uso do inoculante, especialmente sobre a fração celulose.

Tabela 5. Teor de fibra em detergente ácido, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	13,74	23,94	22,13	19,19	19,75 a
Com	13,74	21,23	19,38	16,21	17,64 b
Média	13,74 C	22,59 A	20,76 A	17,70 B	18,70

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 8,1%



$$\begin{aligned} \text{Sem Inoculante: } Y &= 13,7608 + (0,669419 * X) - (0,01127606 * X^2) & R^2 &= 0,9965 \\ \text{Com Inoculante: } Y &= 13,7511 + (0,54053 * X) - (0,00986022 * X^2) & R^2 &= 0,9977 \end{aligned}$$

Figura 5. Teor de fibra em detergente ácido, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Os tratamentos com 30 e 40% de água apresentaram maior concentração deste nutriente na média (Tabela 5 e Figura 5), o que sugere uma possível degradação dos carboidratos de mais fácil digestão (amido e açúcares), assim como de proteínas com o

aumento do teor de água, podendo resultar em um aumento proporcional dos níveis de fibra em detergente ácido, considerando que os componentes desta fração da fibra (celulose e lignina) são de mais difícil degradação por microrganismos no ambiente fermentativo que naturalmente ocorre no interior dos microsilos experimentais ou dos silos na prática.

4.6. Hemicelulose

Quanto à hemicelulose, tratamentos com o mesmo teor de água não apresentaram resultados diferentes estatisticamente devido ao uso ou não de inoculante, apesar das variações numéricas expressivas verificadas (Tabela 6). Nos valores médios, também não se verificou diferença significativa nos resultados devido ao uso ou não de inoculante.

Foi observado que os tratamentos com 0 e 50% de água apresentaram maiores concentrações de hemicelulose nos valores médios (Tabela 6 e Figura 6), se diferindo estatisticamente dos demais.

Tabela 6. Teor de hemicelulose, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

Inoculante	% de água				Média
	0	30	40	50	
Sem	42,72	37,70	33,74	39,57	38,43 a
Com	42,72	32,64	31,95	48,95	39,07 a
Média	42,72 A	35,17 B	32,85 B	44,26 A	38,75

Valores seguidos de mesmas letras maiúsculas, na mesma linha, ou mesmas letras minúsculas, na mesma coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$). Coeficiente de Variação = 11,52%

É válido ressaltar que para os nutrientes fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose verificaram-se maiores coeficiente de variação (7,71, 8,1 e 11,52%, respectivamente), que pode ter contribuído para ausências de mais diferenças significativas estatisticamente entre os distintos tratamentos experimentais.

O maior coeficiente de variação verificado no nutriente hemicelulose em relação aos demais se explica pelo fato deste ser obtido matematicamente, utilizando-se os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, ocorrendo, assim, uma somatória de possíveis erros experimentais obtidos nestas duas análises.

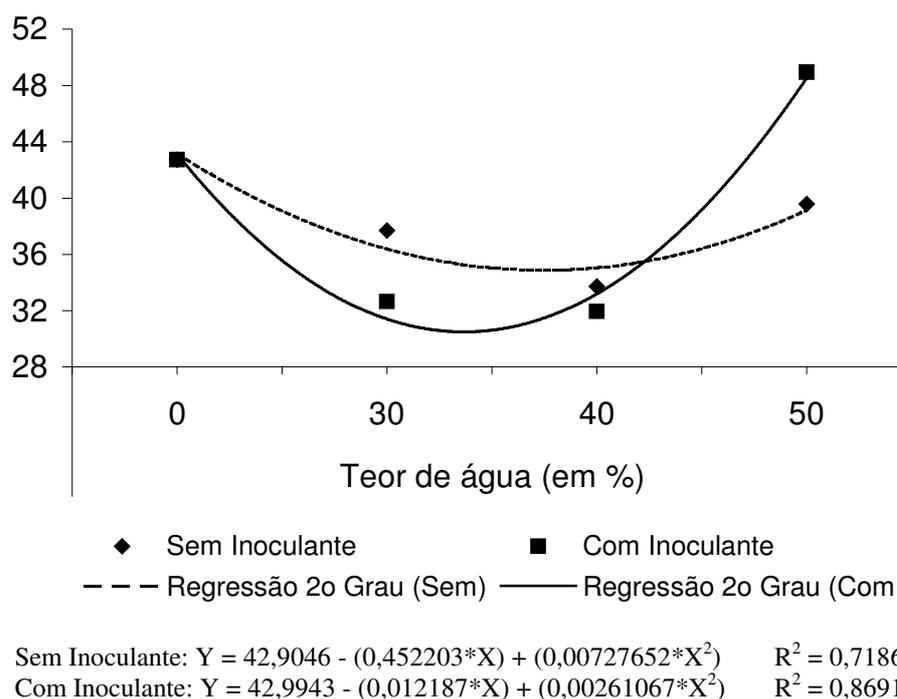


Figura 6. Teor de hemicelulose, na matéria seca, de silagens de grãos secos de destilaria de milho (DDG) com diferentes teores de água, sem ou com inoculante.

5. CONCLUSÕES

As silagens de DDG com adições de 30 e 40% de água apresentaram os melhores valores de pH; boas quantidades de minerais, sem que houvesse a percas por lixiação; os menores níveis de fibra em detergente neutro; níveis de fibra em detergente ácido praticamente inalterados e; os maiores teores de proteína bruta. De maneira geral, o uso do inoculante melhorou as características bromatológicas das silagens obtidas. Com isso, apesar de ocorrerem leves reduções nos teores de hemicelulose, os DDG ensilados com adições de 30 e 40% de água e com o uso de inoculante apresentaram as melhores características bromatológicas (pH entre 3,93 e 3,8, matéria mineral entre 4,41 e 4,19%, proteína bruta entre 31,65 e 32,2%, fibra em detergente neutro entre 53,87 e 51,33%, fibra em detergente ácido entre 21,23 e 19,38% e hemicelulose entre 32,64 e 31,95%, respectivamente) e foram os mais indicados para a alimentação animal nas condições de execução deste experimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINI, M. de C. et al. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. **Pubvet**, v.14, n.7, 2020.
- BERCHIELLI, T.T.; SADER, A.P.O.; TONANI, F.L. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1572-1578, 2001.
- BRIGGS, A.R.; LANGSTON, C.W.; ARCHIBALD, J.C. Definitions of silage terms. **Agronomy Journal**, v.53, n.4, p.280-282, 1961.
- COELHO, R.M. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-19122002-163719/>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- COSTA, R.S.; MORÔ, F.V.; MORÔ, J.R.; SILVA, da, H.P.; PANIZZI, R.C. Relação entre características morfológicas da cariopse e fusariose em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.1, p.27-33, 2003.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agrishow Agropecuária, 2000. 360p.
- FILHO, I.A.P.; NETO, M.M.G. **Milho para silagem**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 8 de dezembro de 2021. Milho para Silagem - Portal Embrapa.
- FREITAS, M.A.M.; SILVA, M.G.O. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodossulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.215-221, 2008.
- GORDON, C.H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal Dairy Science**, v.50, n.3, p.397-403, 1967.
- GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. CD-ROM. (2003)
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Sociedade Brasileira de Ciências de Planta Daninha**, v.22, n.4, p.553-560, 2004.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, March. p.49-52, 1977.

MOMBACH, M.A. **Silagem de grão de milho triturado e reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop. 2014.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. Perdas e valor nutritivo das silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.61-67, 2010.

PASSINI, R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoces. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.1133-1140, 2002.

PEDROSO, A.F. **Produção e Manejo de Silagem**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Resumo das Palestras: Curso. 1998.

PIRES, A.J.V. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.391-400. 2010.

ROSSI JÚNIOR, P.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. et al. Degradabilidade ruminal do amido de silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.416-422, 1997.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3.Ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

TALAMINI, D.J.D. et al. **Viabilidade do uso de DDGs e DDG de milho na alimentação de frangos e suínos em Santa Catarina**. Comunicado Técnico: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2022.

TORRES, R.A. **Conservação de forragem**. In: CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA, 3., 1984, Juiz de Fora. [Apostila]. Juiz de Fora: Nestlé, Embrapa-CNPGL, EPAMIG, Instituto de Laticínio Cândido Tostes, 1984. p.40-48.

TURCO, G.M.S. **Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio**. 2011. Dissertação (Mestrado em agronomia, área de concentração em produção vegetal) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, 2011.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

WEEKS, M.E.; YEGIAN, H.M. The place of silage on a forage utilization program: research on production problems and evaluation. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, 1965. **Anais...** São Paulo. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1965, p.589-94.

ZEOULA, L.M. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: composição químico-bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.556-5. 2003.