

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE PROVENIENTE DA
BOVINOCULTURA LEITEIRA NA CULTURA
DO MILHO (*Zeamays*)**

Andressa de Matos Nascimento

Juiz de Fora

2016

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE
PROVENIENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA
NA CULTURA DO MILHO (*Zeamays*)**

Andressa de Matos Nascimento

Andressa de Matos Nascimento

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE
PROVENIENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA
NA CULTURA DO MILHO (*Zeamays*)**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Ambiental

Linha de pesquisa: Saneamento Ambiental

Orientador: Jonathas Batista Gonçalves Dias

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela proteção e força na conclusão de mais uma importante etapa de minha vida.

Aos meus pais, Aurea e Sérgio, por nunca medirem esforços, por sempre estarem presentes e incentivando minha formação.

Ao Vinicius, pelo companheirismo e carinho em todos os momentos.

Ao pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Marcelo Otênio, por compartilhar todo o seu conhecimento, por abraçar a ideia proposta neste trabalho e auxiliar na execução do mesmo.

A Vanessa, por me ter acolhido desde o estágio sempre com muita paciência, atenção e pela confiança depositada em mim.

Aos estagiários da Embrapa Gado de Leite, Giovana e Gabriel, que trabalharam arduamente, contribuindo para o sucesso do trabalho.

Ao Francisco, pelo apoio técnico e por contribuir com a elaboração do trabalho.

Ao Senhor Moreira, que com sua simplicidade, experiência e disponibilidade foi essencial para conclusão deste estudo.

Ao Edson, estagiário da Embrapa Gado de Leite, que contribuiu durante a execução do experimento.

A minha colega, Alyne, companheira de estágio e trabalho, pelo compartilhamento de ideias e de tarefas.

A Embrapa Gado de Leite, por ceder o espaço para a execução do experimento.

Ao meu orientador Jonathas por toda sua ajuda e dedicação para que este trabalho fosse realizado

Aos professores s do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, por todo aprendizado transmitido e por contribuírem na minha formação profissional e pessoal.

A todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista

RESUMO

A atividade pecuária leiteira representa um crescente setor na economia brasileira, porém tal atividade causa impactos ambientais devido aos dejetos gerados pelo confinamento de bovinos. Desta maneira, fica evidente a necessidade de tratamento dos dejetos e sua disposição ambientalmente correta, sendo uma alternativa a produção de biofertilizante para aplicação no solo visando o cultivo agrícola. Diante do exposto objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da aplicação de biofertilizante na cultura do milho. O biofertilizante é proveniente da Água Residuária Bovina (ARB) submetida a um sistema de tratamento constituído pelas seguintes etapas: equalização do efluente, peneiramento centrífugo, desarenação, digestão anaeróbia em biodigestor modelo canadense com recirculação e um tanque de estabilização. O trabalho foi realizado no campo experimental da Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG), entre os meses de março e julho de 2016. Foram aplicadas no solo distintas doses de biofertilizante associadas à adubação química a fim de atender a demanda nutricional da cultura do milho. Posteriormente aos quatro meses de cultivo foram coletadas amostras da planta e avaliados o comprimento da parte aérea, produtividade, teor de matéria seca, Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Proteína Bruta (PB) e concentração de Nitrogênio na cultura. A partir dos resultados obtidos conclui-se que a aplicação de biofertilizante não alterou o teor de massa seca, FDN, FDA, PB e Nitrogênio e para altura das plantas, maiores médias foram registradas nas parcelas que receberam maior dose de biofertilizante. Além disso, observou-se uma tendência de aumento para a produtividade de matéria seca ao elevar-se a dose de biofertilizante, o que demonstra o potencial da substituição da adubação convencional pela fertirrigação, além de representar uma alternativa de disposição ambientalmente correta do efluente proveniente da bovinocultura leiteira.

Palavras chave: fertirrigação; água residuária da bovinocultura de leite; silagem.

ABSTRACT

The dairy farming activity represents a growing sector in the Brazilian economy, however this activity causes some environmental impacts due to the wastes generated by the bovine's confinement. In this way, the wastes treatment and their environmentally correct disposal is evidently needed, being the biofertilizer production for application in the soil aiming the agricultural crop an alternative. In accordance with the presented idea, this work objective is to evaluate the effect of biofertilizer application on maize crop. The biofertilizer comes from Bovine Residual Water (BRW) submitted to a treatment system consisting of the following steps: effluent equalization, centrifugal sieving, desiccation, anaerobic digestion by Canadian biodigester with recirculation and a stabilization tank. The work was performed at the experimental field of Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG) between March and July 2016. Different doses of biofertilizer associated to chemical fertilization were applied to the soil in order to meet the nutritional demand on corn crops. After the four months of cultivation, samples of the plant were collected and the aerial part length were evaluated, the yield, dry matter content, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), gross protein (GP) and concentration of Nitrogen in cultivation. Based on the results obtained, the conclusion is that the application of biofertilizer did not change the dry mass, NDF, ADF, GP and Nitrogen content. For plant height, the higher average values were presented in the plots that received the highest biofertilizer dose. In addition, it showed a tendency increasing the dry matter yield when the biofertilizer dose was increased, which demonstrates the potential of the substitution of the conventional fertilization by the fertigation, besides representing an alternative of environmentally correct disposal of the effluent coming from Dairy bovine cultivation.

Keywords: fertigation; wastewater from dairy cattle; silage.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	8
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.CONCLUSÕES	24
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira mostra-se como setor de extrema importância para a economia brasileira, apresentando um crescimento de 54% entre os anos de 2003 e 2013. Diante deste cenário nacional destaca-se a região Sudeste, que contribuiu com 35% da produção de leite do país, onde o estado de Minas Gerais ocupa o primeiro lugar no “ranking”, representando 27% do total produzido. (SEAB, 2014).

Segundo Milkpoint (2015) 61% dos maiores produtores de leite do Brasil adotam como sistema de produção o confinamento total do gado, pois o controle das condições ambientais, proporciona um aumento da produtividade, (PERISSINOTTO et al, 2009) tornando-se possível atender a crescente demanda do mercado nacional.

O confinamento de bovinos de leite torna-se um problema no âmbito ambiental e sanitário devido a grande quantidade de dejetos gerados nessas instalações animais (SILVA et al, 2012a), sendo 1000 cabeças de gado responsáveis pela produção de 4.200 toneladas de resíduos sólidos (esterco e cama) e 75 m³ de resíduos líquidos, por dia (MATOS et al, 2014). Ressalta-se ainda que estes resíduos possuem elevada carga orgânica e são ricos em agentes patogênicos, destacando-se a necessidade de tratá-los e dispô-los adequadamente.

Buscando-se minimizar os impactos ambientais gerados pela a atividade pecuária leiteira, o processo de digestão anaeróbia apresenta-se como uma alternativa de tratamento de resíduos atrativa, pois os microrganismos decompõem a matéria orgânica contida nos dejetos produzindo biogás e um efluente mais estabilizado química e biologicamente, além de rico em nutrientes (SILVA et al, 2012b). Portanto, a adoção deste método promove a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários, obtendo-se uma fonte alternativa de energia, além possibilitar a reciclagem do efluente ao ser utilizado como biofertilizante em cultivos agrícolas (AMARAL et al, 2004).

A utilização do biofertilizante na fertirrigação de culturas é uma prática que pode favorecer tanto ao meio ambiente quanto ao produtor, pois este contém os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (nitrogênio, fósforo e potássio), proporciona a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, além de reduzir o uso de agroquímicos e os custos com o cultivo, o que eleva a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (SOUZA et al., 2010).

Estudos realizados por Erthal et al. (2010) apontaram que a aplicação de água residuária da bovinocultura aumentou o rendimento, o conteúdo de proteína bruta e os teores de macronutrientes no capim Tifton 85 e na aveia-preta. Souza et al. (2010) verificaram que a aplicação de água residuária da suinocultura filtrada não alterou as características de qualidade dos frutos do tomateiro e resultou em frutos saborosos e saudáveis do ponto de vista sanitário. Matos et al. (2015) constataram que o uso de biofertilizante de dejetos bovinos, como fonte de adubação orgânica, aumentou os teores de bases no solo quando comparado à adubação mineral.

No entanto, a disposição inadequada de água residuária no solo, pode trazer efeitos deletérios a este meio, à água subterrânea e até mesmo a saúde humana, destacando-se o risco de contaminação por metais pesados e agentes patogênicos.

A escolha da cultura a ser fertirrigada é de extrema importância para o sucesso desta técnica de disposição de efluente ambientalmente controlada. Dentre as características a serem avaliadas na seleção da cultura, destaca-se a capacidade de extração de nutrientes do solo, a produção de massa verde, tolerância a variações ambientais e possuir valor econômico. Observa-se que vários estudos já foram realizados com forrageiras e recentemente trabalhos têm sido realizados com hortaliças, frutíferas e cereais, destacando-se o milho.

O milho (*Zea mays*) possui grande importância econômica devido ao seu vasto aproveitamento em diversos setores como o alimentício, o industrial, sendo utilizado até mesmo para a produção de biocombustíveis (FORNASIERI FILHO,2007). Este cereal também merece destaque no setor agropecuário, onde a silagem do milho é o principal alimento empregado em sistemas de produção de confinamento de bovinos (PEREIRA et.al, 2007) por possuir características como teor de matéria seca, baixo poder tampão, além de boa fermentação microbiana que proporcionam a geração de uma ração com um elevado poder nutritivo (EMBRAPA,2014).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da fertirrigação com biofertilizante proveniente da bovinocultura leiteira sobre o desenvolvimento da cultura do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Gado de Leite situada no município de Coronel Pacheco, estado de Minas Gerais, Brasil (21° 33' 58" S; 43° 15' 21" W e altitude de 445 m em relação ao nível do mar) entre os meses de março e julho de 2016. O solo da área experimental foi classificado como planossolo distrófico de textura argilosa. A precipitação acumulada registrada entre o plantio e a colheita do milho foi de 173,8 mm, com temperatura média máxima de 22,3°C e temperatura média mínima de 21,0°C para este período. (INMET, 2016)

Amostras do solo foram coletadas na camada de 0 a 20 cm anteriormente a aplicação do biofertilizante e enviadas aos laboratórios de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e de Rotina de Universidade Federal de Viçosa (UFV), para a caracterização química e física, segundo métodos descritos em Embrapa (2011). Foram quantificados os seguintes parâmetros: textura, condutividade elétrica, densidade, pH, fosforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez trocável, acidez potencial, soma de bases, CTC efetiva e potencial, índice de saturação por bases, índice de saturação por alumínio, matéria orgânica e nitrogênio total, conforme apresentado na Tabela 1.

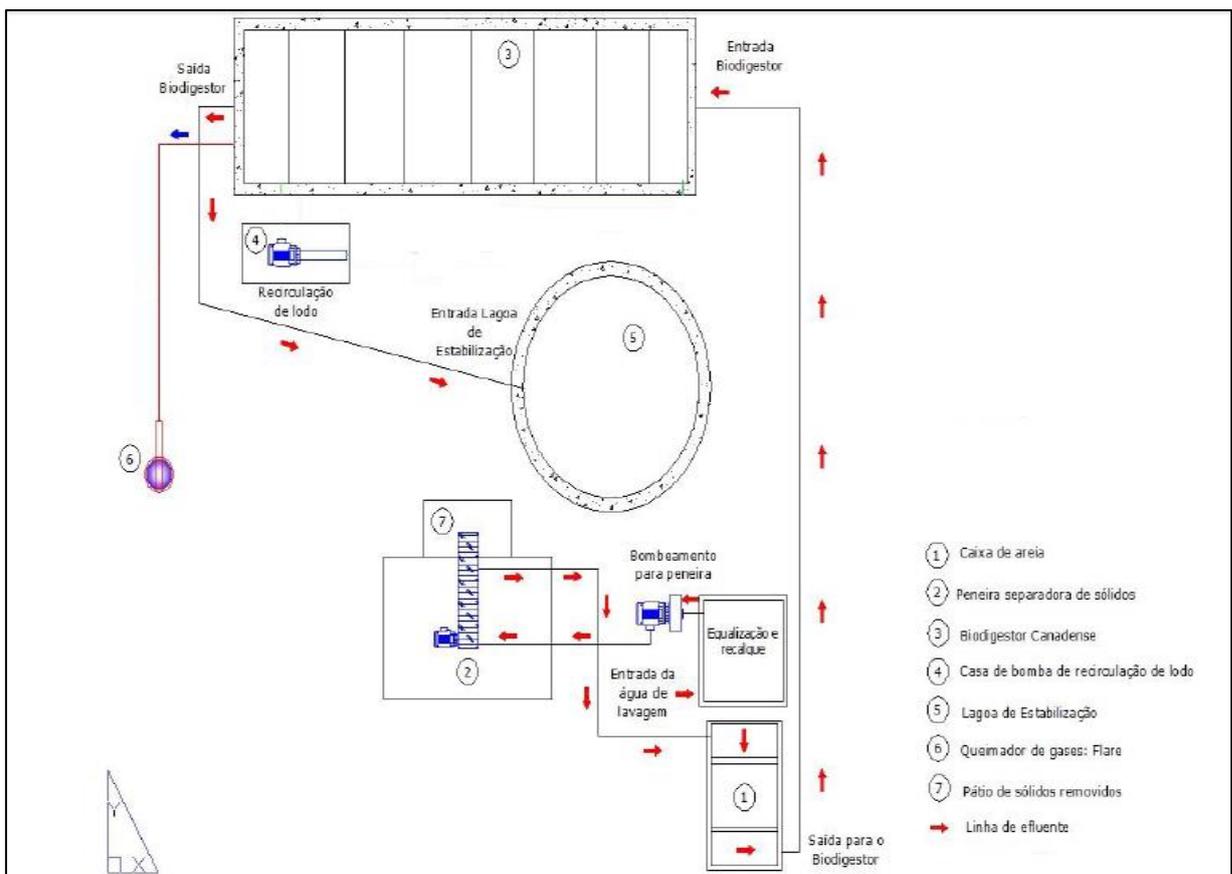
TABELA 1. Caracterização química e física do Planossolo distrófico de textura argilosa coletada na camada de 0-20 m na área experimental da Embrapa Gado de Leite, antes da aplicação da água residuária de bovinocultura de leite

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Areia Grossa (kg kg ⁻¹)	0,093	Mg (cmolc dm ⁻³)	1,24
Areia Fina (kg kg ⁻¹)	0,082	Al (cmolc dm ⁻³)	0,39
Silte (kg kg ⁻¹)	0,245	H + Al (cmolc dm ⁻³)	7,2
Argila (kg kg ⁻¹)	0,580	SB (cmolc dm ⁻³)	6,24
Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹)	128,28	t (cmolc dm ⁻³)	6,63
Densidade (g cm ⁻³)	1,02	T (cmolc dm ⁻³)	13,44
pH	5,09	V (%)	46,4
P (mg dcm ⁻³)	16,5	m (%)	5,9
K (mg dcm ⁻³)	89	MO (dag kg ⁻¹)	3,45
Ca (cmolc dm ⁻³)	4,77	N (dag kg ⁻¹)	0,212

H+Al = Extrator Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB= Soma de Bases Trocáveis; t= Capacidade de Troca Catiônica; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m = Índice de Saturação por Alumínio; MO (Mat. Orgânica) = C.Org x 1,724 – Walkley Black

Na fertirrigação da cultura do milho foi utilizado biofertilizante proveniente do tanque de estabilização do sistema de tratamento de efluentes da bovinocultura leiteira campo experimental “Genizinha”. O sistema de tratamento da água residuária da bovinocultura é composto pelas seguintes etapas: equalização do efluente, peneiramento centrífugo, desarenação, digestão anaeróbia em biodigestor canadense com recirculação de lodo e uma lagoa de estabilização (Figura 1). Para a mensuração dos parâmetros contidos no biofertilizante foram coletadas amostras anteriormente a cada aplicação, semanalmente, as quais foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de Resíduos da Embrapa Gado de Leite. As análises laboratoriais realizadas foram pH, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, nitrogênio total, fósforo total, potássio total e sódio em conformidade com as recomendações de APHA et al. (2005), conforme apresentado na Tabela 2.

FIGURA 1 – Representação esquemática do sistema de tratamento de Água Residuária da Bovinocultura do campo experimental “Genezinha”.



Fonte: Adaptado de MENDONÇA et al. (2016)

TABELA 2. Caracterização do biofertilizante proveniente do tratamento da água residuária da bovinocultura de leite

Parâmetros	Média	Desvio padrão
pH	7,3	0,15
Norgânico(mg L ⁻¹)	22,46	12,53
Namoniacal(mg L ⁻¹)	29,13	15,97
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,07	0,05
Nitrato (mg L ⁻¹)	42,58	14,32
Ntotal (mg L ⁻¹)	94,23	21,25
P total (mg L ⁻¹)	31,64	14,53
Ktotal (mg L ⁻¹)	0,2	0,23
Na (mg L ⁻¹)	0,01	0,0

Fonte: Adaptado de MENDONÇA et al. (2016)

O nitrogênio foi tomado como nutriente de referência na adubação de cobertura do milho, por se tratar do elemento que com a menor dose de ARB atenderá a demanda nutricional da cultura. Foram aplicados 135 kg ha⁻¹ deste elemento em todas as parcelas experimentais. O que diferiu entre os tratamentos aplicados foi a fonte do nitrogênio, variando entre doses de biofertilizante e adubo NPK 30-00-20. As lâminas necessárias à aplicação das diferentes doses desse nutriente foram calculadas por meio da Equação 1 (Adaptado de MATOS, 2006).

$$TA_{AR}=1000 \frac{[N_{abs}]}{[T_{m2} N_{org}+(N_{amoniacal}+N_{nitrato}) TR]} \quad (1)$$

Onde:

TA_{AR}- lâmina de aplicação (m³ ha⁻¹)

N_{abs} - absorção de nitrogênio pela cultura para a obtenção da produtividade desejada (kg ha⁻¹)

T_{m2} - taxa anual de mineralização do nitrogênio orgânico (kg kg⁻¹ ano⁻¹), considerada 0,5 kg kg⁻¹ ano⁻¹ (MATOS, 2006)

N_{org} - nitrogênio orgânico disponibilizado pelo resíduo aplicado (mg L⁻¹)

N_{amoniacal} - nitrogênio amoniacal disponibilizado pelo resíduo aplicado (mg L⁻¹)

N_{nitrato} - nitrogênio nítrico disponibilizado pelo resíduo aplicado (mg L⁻¹), e

TR - taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura ($\text{kg kg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), considerada $0,70 \text{ kg kg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (MATOS, 2006)

As formulações de adubação aplicadas nas parcelas experimentais estão demonstradas na Tabela 3.

TABELA 3 - Composição dos tratamentos aplicados nas parcelas experimentais

Tratamentos	Adubação Mineral	Adubação Orgânica (Biofertilizante)
1	135 kg ha^{-1} de N (450 kg ha^{-1} 30-0-20)	0
2	125 kg ha^{-1} de N (417 kg ha^{-1} 30-0-20)	10 kg ha^{-1} de N (20 mm=195 l/parcela)
3	115 kg ha^{-1} de N (383 kg ha^{-1} 30-0-20)	20 kg ha^{-1} de N (40 mm=390 l/parcela)
4	105 kg ha^{-1} de N (350 kg ha^{-1} 30-0-20)	30 kg ha^{-1} de N (60 mm=587 l/parcela)

A área experimental foi subdividida em 16 parcelas com $9,6 \text{ m}^2$ cada, sendo composta por 4 linhas de plantio, com aproximadamente 60 plantas por parcela. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo composto por 4 tratamentos e 4 repetições.

O plantio foi realizado no dia oito de março de 2016, sendo a área adubada anteriormente ao plantio com o com 460 Kg ha^{-1} de NPK 08-28-16. A adubação de cobertura foi iniciada após 21 dias do plantio e a aplicação do biofertilizante foi distribuída em cinco semanas consecutivas, aliado a uma única adubação convencional com a formulação NPK 30-0-20 realizada na segunda semana de aplicação.

Cem dias após o plantio foi realizada a colheita e analisado o comprimento das plantas. A média obtida em cada parcela experimental foi determinada a partir da análise de dez plantas coletadas aleatoriamente. Posterior a colheita as plantas foram trituradas, secas em estufa e enviadas ao Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Gado de Leite para análise de Teor de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), e

concentração de Nitrogênio (N). Na tabela 4 apresentam-se os métodos utilizados na determinação dos parâmetros listados acima.

TABELA 4 – Métodos utilizados para a determinação dos parâmetros Teor de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), e concentração de Nitrogênio (N)

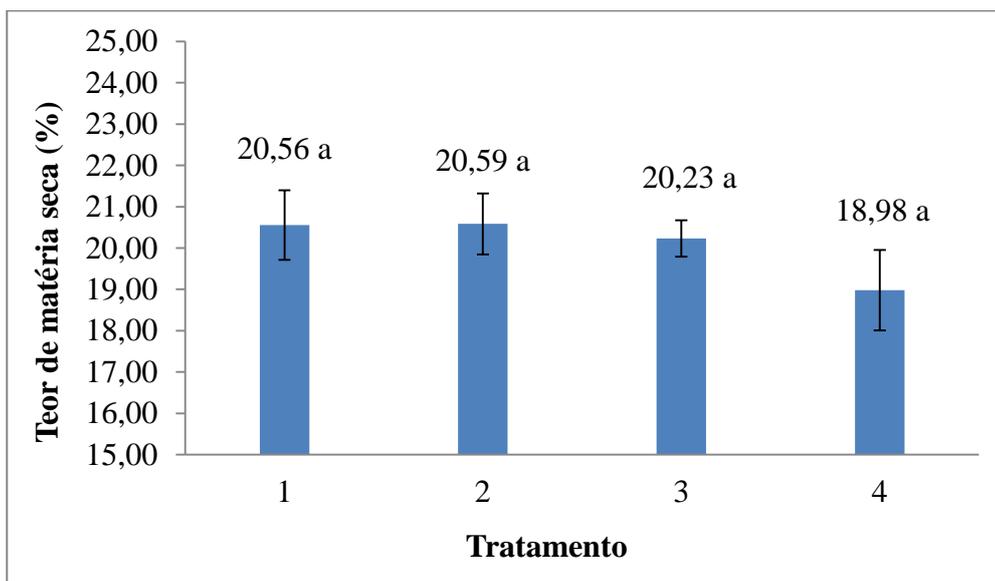
Parâmetro	Método
Teor de Matéria Seca (MS)	Silva e Queiroz, 2002
Proteína Bruta (PB)	EMBRAPA, 1999
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	Van Soest et al.1991
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	Van Soest et al.1991
Nitrogênio (N)	Silva e Queiroz, 2002

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

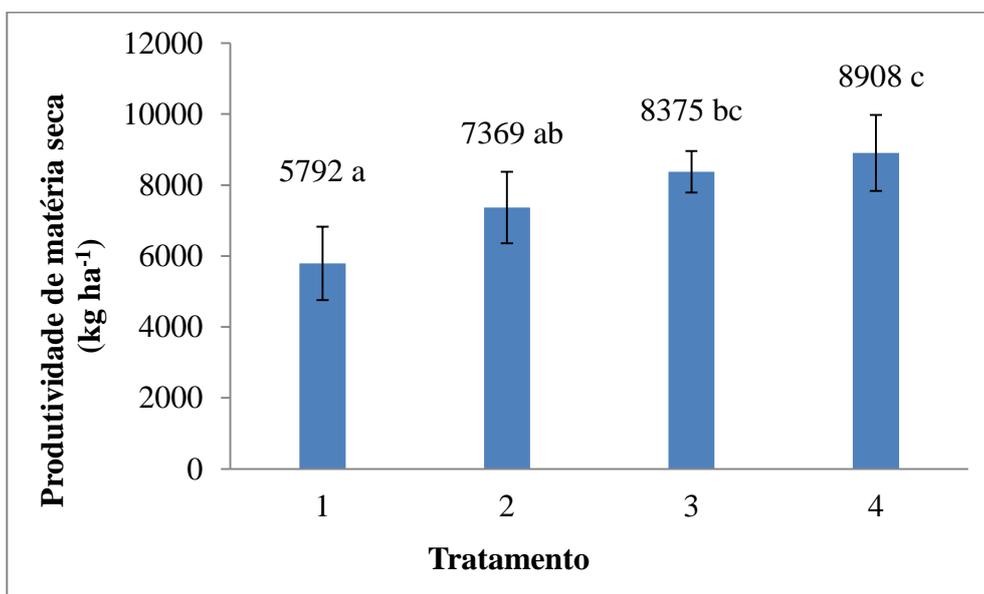
Os valores médios de matéria seca, produtividade de matéria seca e comprimento das plantas submetidas aos diferentes tratamentos, bem como o resultado do teste de Tukey ($p < 0,05$) estão apresentados nas Figuras 2, 3 e 4.

FIGURA 2 – Valores médios de teor de matéria seca das plantas de milho (%) submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



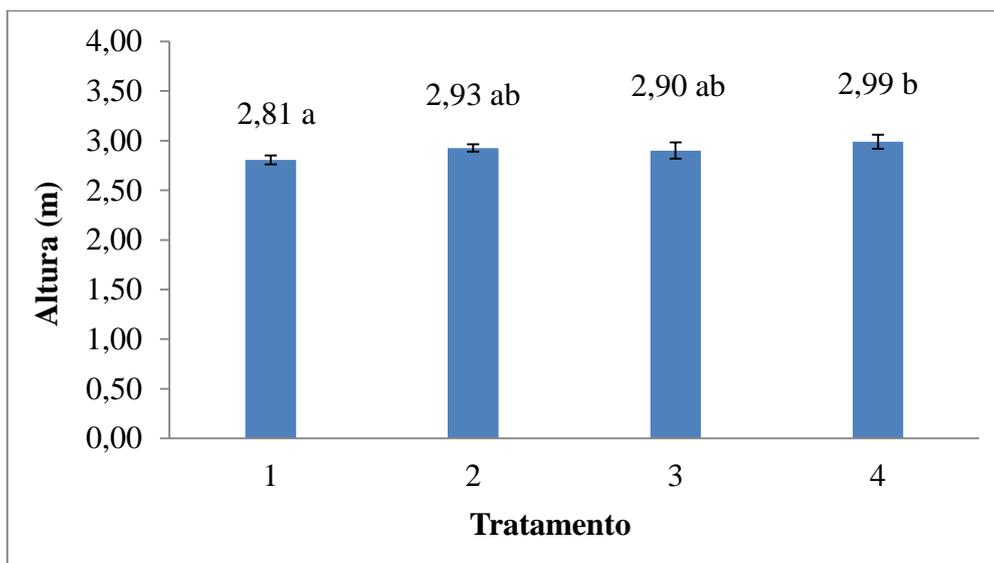
- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

FIGURA 3 – Valores médios de produtividade seca das plantas de milho (kg ha^{-1}) submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

FIGURA 4 – Valores médios de comprimento das plantas de milho (m) submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Avaliando-se os resultados das Figuras 2, 3 e 4 verifica-se que os parâmetros produtividade de matéria seca e altura apresentaram diferenças estatísticas ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey, sendo que o tratamento 3 e 4 proporcionaram maiores médias que o tratamento 1, diferentemente do encontrado para o teor de matéria seca, onde a variação das doses de biofertilizante não proporcionariam diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os resultados determinados para o teor de matéria seca (MS) estão em desacordo com os verificados por Cangani (2011) e Cesarino (2006), onde o primeiro encontrou um valor médio de aproximadamente 30% de matéria seca ao realizar a fertirrigação do milho com dejetos bruto de suinocultura, efluentes anaeróbio e aeróbio e adubação química em sistema de plantio direto e convencional e o segundo um valor médio de percentual de MS de 32,17% ao variar as doses de dejetos líquidos de suínos aplicados em cobertura no mesmo cultivo em estudo.

Ao avaliar doze cultivares de milho para produção de silagem submetido a adubação inorgânica, Pinto et al. (2010) registraram valores para o teor de matéria seca variando de 33,2% a 38,2% diferentemente do encontrado por Santos et al. (2010) ao analisarem seis variedades de milho indicadas para a região semi árida brasileira

também adubados de maneira convencional, cujo intervalo de tal parâmetro variou entre 26,9% e 30,0%.

Recomenda-se para a produção de uma silagem de boa qualidade que o teor de MS esteja entre 30% e 35%, pois teores abaixo desses valores, como foi registrado no presente estudo, pode promover o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, devido ao teor de umidade superior a 75% (ALMEIDA FILHO,1999). Estas são responsáveis pela produção de ácido butírico, o que pode proporcionar perda de valor nutritivo e conseqüentemente silagens de péssima qualidade. O valor inferior encontrado para esse percentual pode ser justificado pelo fato de o corte do milho para ensilagem ter sido realizado antes do estágio de maturidade, identificado pela consistência dos grãos que deve estar entre pastoso e farináceo (EMBRAPA,2014).

Observa-se na Figura 3 que a medida que eleva-se a dose de biofertilizante bovino há uma tendência no aumento de produtividade seca da cultura do milho, resultado similar ao encontrado para a cultivar *Geneze*(2005) no estudo realizado por Cesarino (2006) ao aplicar dejetos líquidos de suínos, onde constatou-se que o aumento das doses deste adubo influenciou a produtividade do cultivo em estudo.

O biofertilizante bovino quando aplicado em outras culturas também apresentou valores significativos de produtividade, como demonstrado no estudo realizado por Erthal et.al (2008) onde os resultados encontrados indicaram que o rendimento do capim-tifton 85 e da aveia preta alcançou níveis próximos aos recomendados, o que significa que a fertirrigação com ARB pode substituir parcialmente a adubação mineral para o cultivo destas forrageiras.

O plantio em estudo é safrinha, já que seu cultivo foi realizado entre os meses de janeiro e abril, após a cultura de verão, o que afeta bastante sua produtividade devido a limitações de água, radiação solar e temperatura em estádios avançados do seu desenvolvimento. Ao analisar 1.138 lavouras de milho safrinha de alta produtividade, observou-se que a maior frequência é de lavouras com rendimentos entre 5000 e 7000 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2011), o que foi confirmado no experimento realizado com duas cultivares de milho em diferentes épocas no período de entressafra, onde registrou-se uma produtividade média de matéria seca igual a 6.340 kg ha⁻¹(SIMÃO et.al., 2015). Logo, verificou-se neste trabalho um incremento na produtividade do milho safrinha em relação à literatura, quando realizada a fertirrigação com biofertilizante. Tal

comportamento pode estar associado a incorporação de material orgânico no solo e nutrientes provenientes do biofertilizante.

Um híbrido de milho para silagem deve possuir uma produtividade de matéria seca maior que 18.000 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2014) valor superior a média de 7.611 kg ha⁻¹ encontrada no presente estudo, o que pode ser justificado pelos resultados inferiores de teores de matéria seca, já que o cálculo da produtividade é baseado no parâmetro citado anteriormente. Outro fator que pode ter influenciado o resultado encontrado foi a época de plantio, pois neste experimento, o mesmo foi realizado no mês de março. Segundo EMBRAPA, 2014 o período ideal para atingir tal produtividade é entre os meses de outubro a novembro, podendo o atraso da época de plantio proporcionar perdas superiores a 60 kg ha⁻¹. Pinho et al. (2007) ao avaliar a produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura, constataram que a maior produção de matéria seca de milho e sorgo é obtida na semeadura de novembro, registrando um decréscimo de 128 kg ha⁻¹ para cada dia de atraso na semeadura a partir do dia 19/11/2002.

Analisando a Figura 4 verificou-se que a altura média das plantas no tratamento 4 foi superior em relação ao tratamento 1, diferentemente do que foi registrado por Prior et al. (2015) ao realizar a fertirrigação com água residuária da suinocultura associada a adubação convencional no mesmo cultivo em estudo, onde não se verificaram efeitos na altura das plantas com o aumento das doses de biofertilizante.

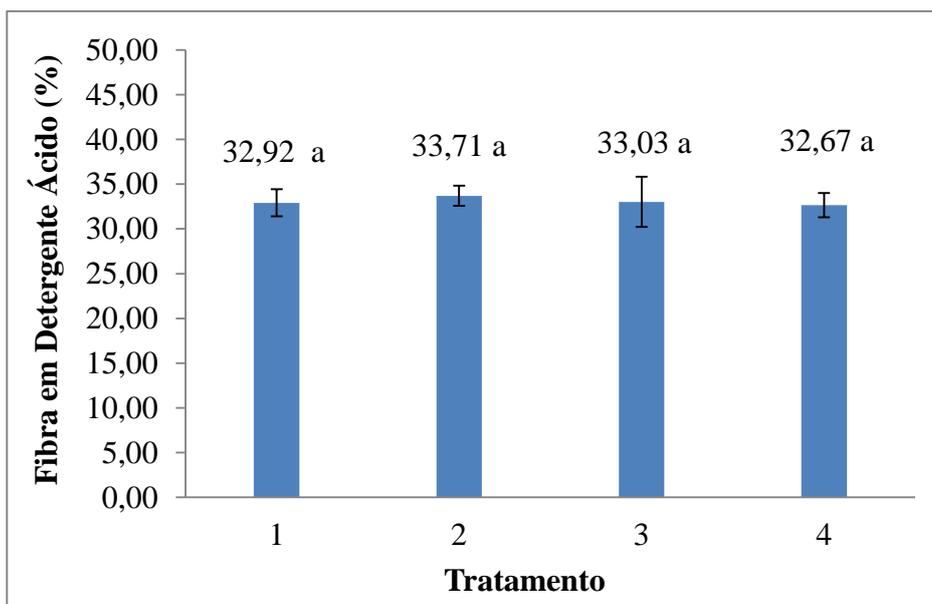
Resultado semelhante foi verificado por Medeiros et al. (2011) onde foi avaliado o crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solos com biofertilizantes bovinos constatando-se que estes proporcionaram maior crescimento das plantas em relação ao solo sem os respectivos insumos independentemente do nível de salinidade das águas. Segundo Aydin et al. (2012) tal resultado pode ser justificado pelo fato do biofertilizante proporcionar o aporte de substâncias húmicas no solo facilitando a absorção de nutrientes pelas plantas.

Segundo EMBRAPA, 2014 a altura ideal das plantas para a produção de silagens de boa qualidade é de 1,90 a 2,60 m, por reduzir perdas por acamamento, tombamento e o auto sombreamento de folhas, além de permitir a redução do espaçamento entre linhas de semeadura, o que pode proporcionar o acréscimo de plantas por unidade de área, e conseqüentemente, levar a uma maior densidade populacional (JAREMTCHUK et al.,

2005). No presente estudo foram registrados valores superiores ao recomendado, no entanto, tal comportamento não prejudicou a produtividade.

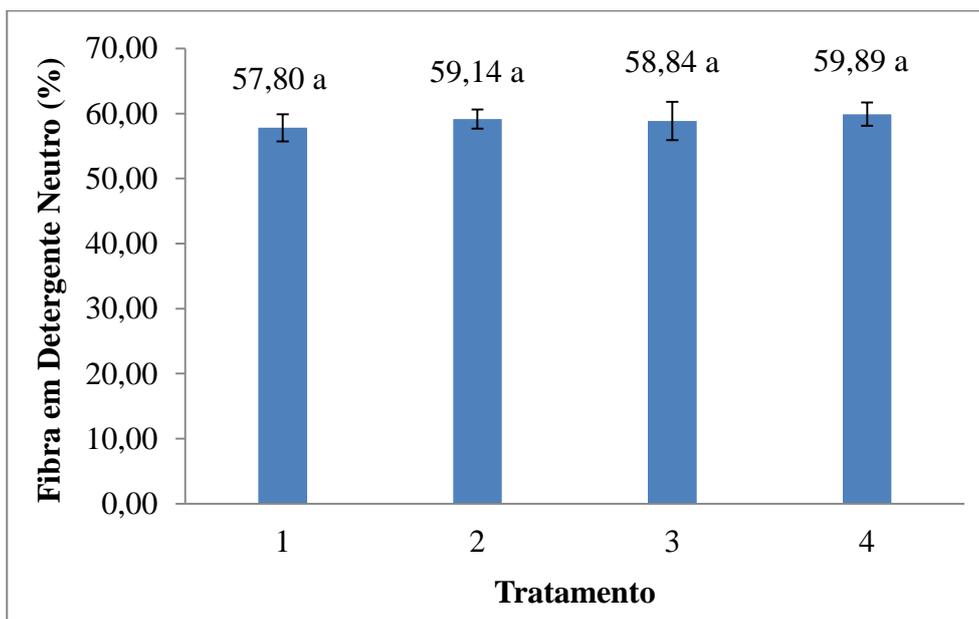
Os valores médios dos parâmetros FDA, FDN e PB das plantas submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$) estão apresentados nas Figuras 5, 6 e 7.

FIGURA 5 – Valores médios de Fibras em Detergente Ácido (FDA) (%) das plantas de milho submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



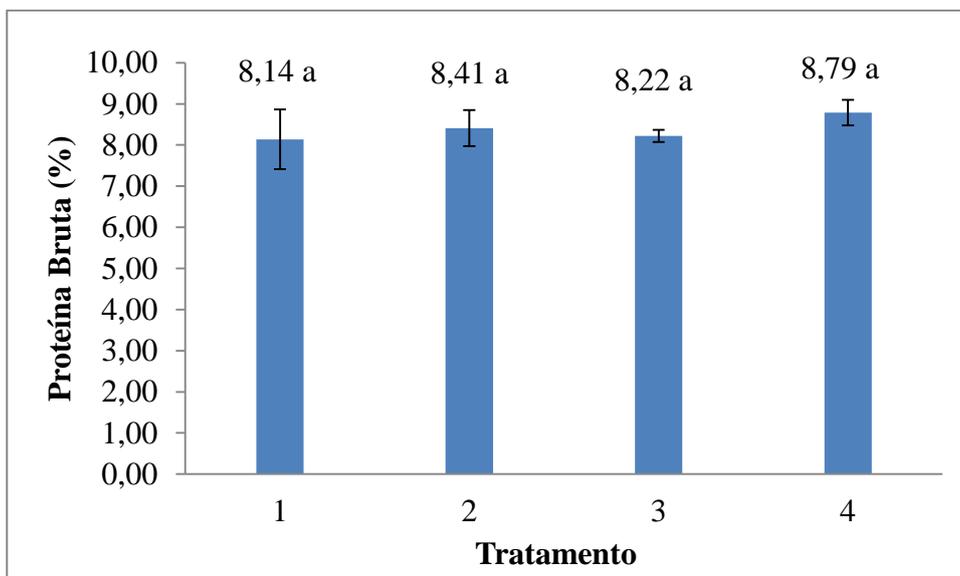
- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

FIGURA 6 – Valores médios de Fibra em Detergente Neutro (FDN) (%) das plantas de milho submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

FIGURA 7 – Valores médios de Proteína Bruta (PB) (%) das plantas de milho submetidas aos tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Avaliando-se os resultados mostrados nas Figuras 5, 6 e 7 verifica-se que os parâmetros FDA, FDN e PB não apresentaram diferenças estatísticas entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos para o teor de FDA (Figura 5) foram semelhantes aos encontrados por Cesarino (2006), onde foram observados valores entre 33 e 40% na silagem de dois cultivares de milho fertirrigados com diferentes doses de dejetos líquidos de suínos em cobertura, assim como a média geral obtida Cangani (2011) de 34,96% para a silagem de milho safrinha 2009/2010 e de 34,56% para a silagem de milho safra 2010, ao realizar a fertirrigação com dejetos bruto de suinocultura, efluentes anaeróbio e aeróbio e adubação química em um sistema de plantio direto e convencional na safra de 2010.

O valor médio de porcentagem de FDA (33,08%) encontrado nessa pesquisa está acima do recomendado para a silagem de milho (abaixo de 30%) (EMBRAPA, 2014), pois a fibra em detergente ácido representa a porção da parede celular menos digerível pelos microorganismos do rúmen, sendo um indicador da digestibilidade e do valor energético da silagem, logo, quanto menor a porcentagem de FDA, maior digestibilidade e valor energético da mesma (CANGANI,2011).

Os valores encontrados nos tratamentos para porcentagem de FDN variaram de 57,80 a 59,89% (Figura 6), intervalo onde se enquadra a média registrada em dois cultivares de milho fertirrigados com distintas doses de dejetos líquidos de suínos em cobertura (CESARINO,2006).Valores próximos foram observados 56,37% para silagem de milho na safrinha 2009/2010 (56,37%) e na silagem de milho safra 2010 (54,87%) ao analisar o efeito da aplicação de dejetos bruto de suinocultura, efluentes anaeróbio e aeróbio e adubação química em sistema de plantio direto e convencional na safrinha de 2009/2010 (CANGANI,2011).

Assim como o parâmetro FDA, a Fibra em Detergente Neutro também apresenta correlação negativa com a digestibilidade da silagem, já que este parâmetro é um indicativo da quantidade total de fibra do volumoso, ou seja, expressa a porcentagem dos principais componentes da parede celular das plantas (celulose, hemicelulose e lignina), deste modo, quanto menor o teor de FDN, mais digestível e conseqüentemente energética é a silagem (CANGANI, 2011). São indicados valores de FDN inferiores a

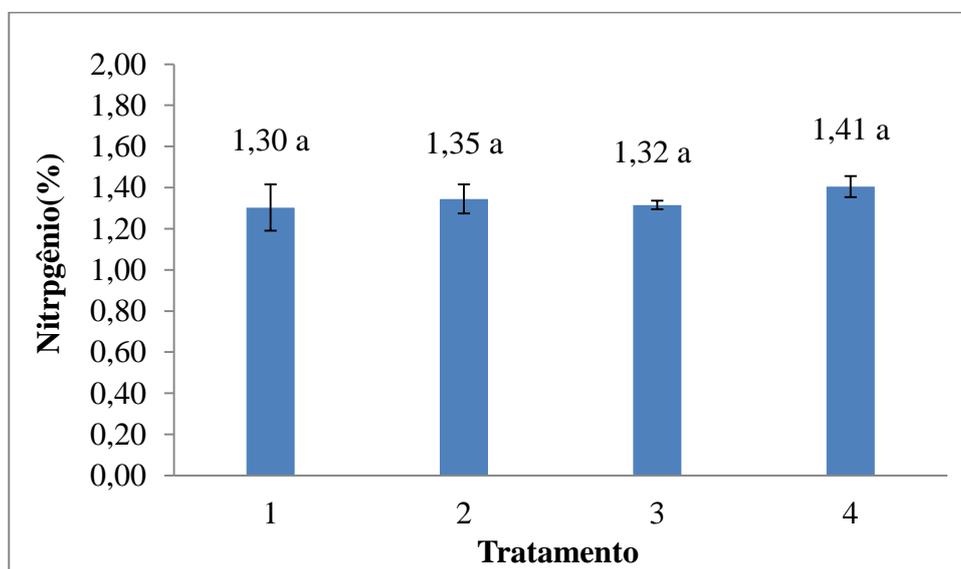
52% para produção de uma silagem de boa qualidade, logo, os resultados obtidos neste estudo estão acima do recomendado. (EMBRAPA, 2014)

Observa-se na Figura 7 um teor médio de proteína bruta de 8,39%, valor dentro do esperado segundo Jaremtchuk et al. (2005), uma vez que tal parâmetro varia entre 6 e 9% para a silagem de milho, diferentemente do valor de 5,11% encontrado no estudo realizado por Campos (2015) que avaliou a influência das doses de esterco de galinha poedeira na produção de milho e qualidade da silagem, onde também não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos.

A aplicação de água residuária da bovinocultura quando aplicadas no capim Tifton-85 e aveia preta (ERTHAL et al, 2009) apresentaram um resultado diferente do encontrado para o milho no presente estudo, pois as crescentes taxas de aplicação de biofertilizante aumentaram o conteúdo de proteína bruta nestas forrageiras.

Os valores médios de N das plantas submetidas aos tratamentos, bem como o resultado do teste de Tukey ($p < 0,05$) estão apresentados no gráfico abaixo (Figuras 8).

FIGURA 8 – Valores médios de N das plantas de milho (%) submetidas tratamentos e resultado do Teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$)



- as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Avaliando-se o resultado do gráfico mostrado acima (Figura 8) observa-se que o parâmetro nitrogênio não apresentou diferença estatística entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey.

O resultado estatístico encontrado era esperado, já que o nitrogênio foi utilizado como elemento de referência da demanda nutricional do cultivo de milho, desta maneira, todos os tratamentos apresentam a mesma concentração de nitrogênio, variando apenas sua fonte entre biofertilizante e adubo químico.

O acúmulo de nitrogênio em plantas de milho cultivadas em solos tratados com água residuária da manipueira foi avaliado por Inoue et al. (2011), onde verificou-se resultado similar ao encontrado, pois a aplicação do biofertilizante não alterou as concentrações de nitrogênio na planta, diferentemente do que foi observado por Prior et al. (2015), onde o aumento da dose de água residuária da suinocultura influenciou positivamente a concentração de tal nutriente no milho.

Sedyama et al.(2014) analisaram a concentração de nitrogênio em dois cultivares de pimentão colorido adubadas com água residuária da suinocultura e concluíram que não ocorreu efeito do biofertilizante para o teor foliar de N no cultivar Amanda (frutos amarelos) que apresentou-se inferior ao teores de N observados no cultivar Rubia (frutos vermelhos) cujo teor máximo foi obtido para a dose de $80 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ de biofertilizante.

As parcelas submetidas ao tratamento 4 obtiveram maior produtividade, quando comparado ao tratamento 1 e também à produtividade média nacional de milho safrinha (5000 kg ha^{-1} - CONAB 2016). Além disso, não foi observado efeito deletério nas plantas ao elevar a dose de biofertilizante. Verificou-se ainda que os valores obtidos dos parâmetros avaliados são inferiores aos esperados para a produção de silagem de boa qualidade, quando comparado com o milho safra. Sendo assim, o biofertilizante apresenta um uso potencial relevante para a fertirrigação da cultura do milho.

Por fim, destaca-se que ao se utilizar efluentes agroindustriais é necessário seguir recomendações a fim de reduzir os riscos de contaminação do meio físico ambiental e conseqüentemente a saúde humana.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados conclui-se:

- Não houve alteração de teor de massa seca, FDN, FDA, PB e Nitrogênio entre os tratamentos;
- A produtividade e a altura das plantas de milho apresentam maiores médias no tratamento 3 e 4 em relação ao tratamento 1, sendo observada uma tendência de aumento para a produtividade de matéria ao elevar-se a dose de biofertilizante;
- A fertirrigação de água residuária da bovinocultura (ARB) se mostra uma alternativa potencial na disposição ambientalmente correta deste efluente;
- A adubação com água residuária da bovinocultura se mostra uma alternativa de disposição ambientalmente correta, já que os tratamentos com biofertilizante apresentaram comportamento similar/superior ao tratamento inorgânico (testemunha) e não proporcionaram efeitos deletérios às plantas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA,R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. e. Características agronômicas de cultivares de milho (*ZeamaysL.*) e qualidade dos componentes da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.

AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A. ; JÚNIOR, J. L.;NASCIMENTO, A. A.; FERREIRA, D. S.;MACHADO, M. R. F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004.

AYDIN,A; KANT,C; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) plants decreasing membrane leakage.**African Journal of Agricultural Research**, v.7, n.7, p. 1073-1086, 19, 2012.

CAMPOS, S.A. *Resíduos avícolas na produção de milho e qualidade da silagem*. 2015. 72f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia),Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

CANGANI, M. T.*Tratamento anaeróbio-aeróbio de água residuárias de suinocultura e reúso na produção de milho para silagem*.2011.255f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e VeterináriasCampus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo.

CESARINO, R.O. *Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem*. 2006.52f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira grãos. v.3. Safra 2015/16. n.4. Disponível em: www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf. Acesso em:19 de novembro 2016.

CRUZ, J. C.; SILVA, G. H.; FILHO, I. A. P.; NETO, M. M. G. **Sistema de Produção de Milho Safrinha de Alta Produtividade: Safras 2008 e 2009**. Sete

Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2011. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 160).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2º edição Revista. Rio de Janeiro, 2011. 225p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa Informática Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

ERTHAL V. J. T.; FERREIRA, P. A.; PEREIRA, O. G.; MATOS, A. T. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.5, p.458–466, 2010.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P.A.; PEREIRA, O. G.; MATOS, A.T. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 458-466, 2010.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. FUNEP, Jaboticabal, 2007, 576p.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática, Coronel Pacheco, MG, 2016.

INOUE, K. R.A.; SOUZA, C. F.; MATOS, A. T.; SANTOS, N. T.; FERREIRA, W. P. M. Concentração de nutrientes em plantas de milho, adubadas com biofertilizantes, obtidos na digestão anaeróbia da manipueira. *Engenharia na agricultura*, Viçosa , v.19 n.3, 2011.

JAREMTCHUK, A.R.; JARENTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M.T.; KOZLOWSKI, L.A.; COSTA, C.; MADEIRA, H.M.F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zeamays*L.) para silagem na região leste paranaense. *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v.27, n.2, p.181-188, apr./jun. 2005.

MATOS, C. F. ; PINHEIRO, E. F. M. ; PAES, J. L.;LIMA, E.; MARQUES, A. S. ; CAMPOS, D. V. B. Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura do sorgo. In:CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10, 2015, São Paulo: Universidade de São Paulo,2015.

MATOS, T.A. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Editora UFV, 2014. 240 p.

MEDEIROS, R.F; CAVALCANTE, L. F; MESQUITA, F. O; RODRIGUES, R.M; SOUSA, G.G; DINIZ, A.A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.505–511, 2011.

MENDONÇA, H. V. ; OMETTO, J. P.H.B; ROCHA, W. S. D. ; MARTINS , C. E. ; OTENIO, M. H. ; BORGES, C. A. V. Crescimento de dois cultivares cana de açúcar sob aplicação de biofertilizante da bovinocultura e ureia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.9, n.4, p.973-987, 2016.

MILKPOINT. **Top 100 MilkPoint 2015: 100 Maiores produtores de leite do Brasil crescem 9,4% em 2014**. Milkpoint, 2014.Disponível em:<<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/top-100-milkpoint-2015-100-maiores-produtores-de-leite-do-brasil-crescem-94-em-2014-93643n.aspx>>. Acesso em: 12 set. 2016.

OLIVEIRA, P.S.; OLIVEIRA, J. S.**Produção de Silagem de Milho para Suplementação do Rebanho Leiteiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.2014. 10 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico,74).

PEREIRA, E. S.;MIZUBUTI, I. Y.;PINHEIRO, S. M.;VILLARROEL, A. B. S.;CLEMENTINO, R. H.Avaliação da qualidade nutricionalde silagens de milho (Zeamays, L).*Revista caatinga*, Mossoró, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

PERISSINOTTO, M; MOURA, D. J ; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.;LIMA, K. A. O; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, p.1492-1498, 2009.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y.Avaliação de

doze cultivares de milho (*Zeamays*L.) para silagem, *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

PRIOR, M.; SAMPAIO,S.C.; NÓBREGA,L.H.P.;DIETER,J.;COSTA, M.S.S.M.;Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.35, n.4, p.744-755, 2015.

SANTOS,R.D.; PEREIRA,L.G.R.; NEVES,A.L.A.; ARAÚJO,G.G.L.; VOLTOLINI,T.V.; BRANDÃO,L.G.N.; ARAGÃO,A.S.L.; DÓREA,J.R.R.Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para aregião semiárida brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1423-1429, 2010

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento DERAL - Departamento de Economia Rural. ANÁLISE DA CONJUNTURA AGROPECUÁRIA: LEITE- 2014. [s.l: s.n.].

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.6, p.588–594, 2014.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**: métodos químicos e bilógicos. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235.

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. P. S.; SILVA, G. T. Avaliação da condutividade elétrica e ph da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. *Irriga*, Botucatu, v. 1, n. 01, p. 250, 2012.

SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P; KUROKI, V.; MARTELLI, L. F. A; JÚNIOR, L. M. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 1, 35-40, 2012.

SIMÃO, E.P.;NETO,M.M.G; SANTOS,E.A.; WENDLING,I.J. Produção de biomassa e composição bromatológica de duas cultivares de milho semeadas em diferentes épocas.*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.14, n.2, p. 196-206, 2015

SOUZA, J. A. R; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Avaliação de Frutos de Tomate de Mesa Produzidos com Efluente do Tratamento Primário da Água Residuária da Suinocultura. *REVENG, Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 198-207, 2010.

Van SOEST, P.J; ROBERTDON, J.B; LEWIS, B.A; Methods of the determination of FDN, FDA AND cne. *Jornal of Dary Science*, v.74, p.3583-3587, 1991.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.