

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

ARIDOUGLAS DOS SANTOS ARAÚJO

APROVEITAMENTO DO LODO DA INDÚSTRIA DE GELATINA COMO
ALTERNATIVA DE ADUBAÇÃO DO CAPIM PIATÃ

ARAGUAINA

2016

ARIDOUGLAS DOS SANTOS ARAÚJO

**APROVEITAMENTO DO LODO DA INDÚSTRIA DE GELATINA COMO
ALTERNATIVA DE ADUBAÇÃO DO CAPIM PIATÃ**

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação strictu sensu em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins para obtenção do grau de doutor em Ciência Animal Tropical

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos

Araguaína

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

A663a Araújo, Aridouglas Santos .
Aproveitamento do lodo da indústria de gelatina como alternativa de adubação do capim Piatã. / Aridouglas Santos Araújo. – Araguaína, TO, 2016.
66 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em
Ciência Animal Tropical, 2016.

Orientador: Antonio Clementino dos Santos

1. Nitrogênio. 2. Morfogênese. 3. Agronômica. 4. Piatã. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ARIDOUGLAS DOS SANTOS ARAÚJO

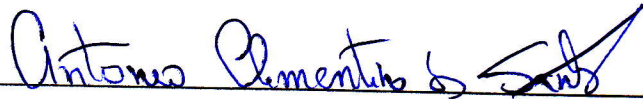
APROVEITAMENTO DO LODO DA INDÚSTRIA DE GELATINA COMO
ALTERNATIVA DE ADUBAÇÃO DO CAPIM PIATÃ

Tese apresentada ao curso de Pós-
graduação strictu sensu em Ciência
Animal Tropical da Universidade Federal
do Tocantins para obtenção do grau de
doutor em Ciência Animal Tropical

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino
dos Santos

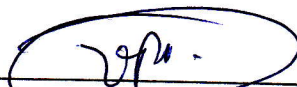
Aprovada em 08 / 04 / 2016

BANCA EXAMINADORA



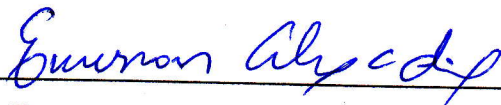
Antonio Clementino dos Santos

Orientador



Valdinéia Patrícia Dim

Examinador Externo



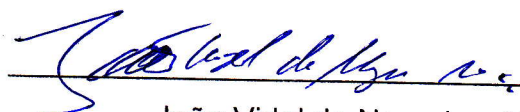
Emerson Alexandrino

Examinador Interno



José Geraldo Donizetti dos Santos

Examinador Interno



João Vidal de Negreiros Neto

Examinador Interno

DEDICO

A minha mulher, filho e demais familiares e também a todos que participaram desta trajetória.

RESUMO GERAL

Diversos tipos de resíduos industriais já foram testados como fonte de adubação à pastagem, mas pouco se sabe sobre o real potencial do lodo proveniente da indústria de gelatina. Por causa disto, objetivou-se avaliar o lodo proveniente da indústria de gelatina como adubo e verificar sua interferência nas características agronômicas, morfogênicas, do solo e no capim Piatã ao longo de sucessivos ciclos produtivos. O experimento foi conduzido em Araguaína, Tocantins em Neossolo Quartzarênico Órtico, de fevereiro a novembro de 2013. Foram testados quatro doses de lodo de gelatina numa única aplicação de 0; 50; 150 e 300 m³ ha⁻¹ durante cinco ciclos de corte com 21 dias de descanso e altura de corte de 20 cm. O lodo de gelatina foi capaz de elevar o teor de cálcio e fósforo e não alterou o pH, indicando que não houve restrição do uso por salinização ou acidificação. Verificou-se que o lodo de esgoto modificou positivamente os componentes morfológicos avaliados como também a taxa de crescimento cultural. Foi verificado aumento no número de folhas totais e vivas por perfilho com aumentos lineares no primeiro ciclo produtivo, no qual também verificou-se maior comprimento de bainha correlacionando-se positivamente ao maior comprimento médio de lâminas foliares. O incremento na taxa de aparecimento foliar foi maior que 25% em todos os ciclos com 300 m³ ha⁻¹, sendo que com a elevação da dose ocorreu menor filocrono e maior taxa de alongamento de colmo. O lodo de gelatina promoveu as melhores respostas no primeiro ciclo de pastejo com produtividade de 4149 kg ha⁻¹ de massa seca total e 15,7 g de N kg⁻¹ com 173 m³ ha⁻¹, mas, a dosagem mais eficiente foi de 23,3 m³ ha⁻¹. No terceiro ciclo a dose de 300 m³ ha⁻¹ teve as maiores respostas, mas foram inferiores ao 1º ciclo, no quinto ciclo não teve efeito do lodo. Conclui-se que até a aplicação máxima testada o lodo de gelatina pode ser usado para produção de pastagem.

Palavras chave: Nitrogênio. Morfogênese. Agronômica. Química do solo. Piatã.

ABSTRACT

Many types of industries waste have been thoroughly tested as a source of fertilizer to grassland, but little is known about the real potential of the sludge from gelatin industry as fertilizer to the pasture. The objective this work evaluate the sludge from gelatin industry as fertilizer and verify its agronomic characteristics interference about morphogenetic, and efficiency of use by grass and soil. The experiment was conducted in Araguaína, Tocantins in sand soil, from february to november 2013. Were tested four doses of sludge 0; 50; 150 and 300 m³ ha⁻¹ and its effects in five cutting cycles with 21 days of rest and cutting height of 20 cm. The sludge from gelatin was able to raise the levels of calcium, phosphorus and did not change the pH, indicating that there was no restriction of use by salinisation or acidification. The sewage sludge modified morphological components evaluated positively, increased the values of leaf area index and growth rate. The number of total and leaves alive for tiller there were linear increases in the first production cycle, this also was found greater sheath length correlating positively to average length of leaf blades. The increase in the rate of leaf appearance was greater than 25% in all cycles with 300 m³ ha⁻¹, and with the elevation of dose occurred less filocrono and higher rate of elongation of thatched roofs. The gelatine sludge promoted the best answers in the first grazing cycle with productivity of 4149 kg ha⁻¹ of total dry mass and 15.7 g N kg⁻¹ with 173 m³ ha⁻¹, but the most effective dosage was 23.3 m³ ha⁻¹. In the third cycle the dose of 300 m³ ha⁻¹ had the highest responses, but were lower than the 1st cycle in the fifth cycle had no effect of the treatment. It is concluded that until the maximum tested en the work, the gelatine sludge can use in grass production.

Keywords: Nitrogen. Morphogenesis. Agronomy. Soil chemistry. Piatã.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO GERAL	9
1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA UTILIZAÇÃO DO LODO DE GELATINA EM SOLO CULTIVADO COM CAPIM PIATÃ	12
1.1 Introdução	14
1.2 Material e métodos	15
1.3 Resultados.....	17
1.4 Discussão	19
1.5 Conclusão.....	21
1.6 Referências bibliográficas	22
2 POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO LODO DA INDÚSTRIA DE GELATINA COMO ADUBO PARA O CAPIM PIATÃ	24
2.1 Introdução	26
2.2 Material e Métodos	27
2.3 Resultados.....	29
2.4 Discussão	33
2.5 Conclusão.....	34
2.6 Referências bibliográficas	34
3 ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA E ESTRUTURAL DO CAPIM PIATÃ PROVOCADA PELA UTILIZAÇÃO DO LODO DE GELATINA COMO ADUBO	36
3.1 Introdução	38
3.2 Material e métodos	38
3.3 Resultados.....	41
3.4 Discussão	46
3.5 Conclusão.....	48
3.6 Referências bibliográficas	49
4 RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE GELATINA: UMA ALTERNATIVA DE ADUBAÇÃO NITROGENADA AO PASTO	51
4.1 Introdução	53

4.2 Material e métodos	54
4.3 Resultados	56
4.4 Discussão	62
4.5 Conclusão	64
4.6 Referências bibliográfica	65

INTRODUÇÃO GERAL

A reutilização de água não é um conceito atual, até porque o ciclo hidrológico é um dos ou se não o mais importante no reuso da água. Iniciativas que visem a aplicação de águas residuais é uma iniciativa importante para aperfeiçoar e gerir de forma mais eficiente os recursos hídricos, porém ressalta-se que a utilização deve seguir critérios técnicos e também considerar o desenvolvimento científico e tecnológico da utilização em diferentes finalidades como em áreas urbanas, agrícolas e florestal (CETESB, 2013).

O reuso direto de água não potável para finalidades agrícolas e florestais, estabelece as modalidades, critérios e diretrizes de utilização de acordo com a lei federal nº 9433, de 1997, e resolução nº 54, de 2005 e resolução nº 121, de 2010, estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente através do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2006 e 2010).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (2010) segue diretrizes adotadas pelo conselho econômico e social da organização das nações unidas- ONU a qual, delibera que não seja utilizada água de boa qualidade para atividades que tolerem uso de água de qualidade inferior, poupando água potável para fins mais nobres como também diminuindo a pressão da descarga em corpos receptores, conservando-se desta forma os recursos hídricos para abastecimento público e utilizações para fins mais nobres.

A Companhia Ambiental de São Paulo normatiza a utilização de lodo de origem sanitária e industrial (Norma técnica p4230), definindo as concentrações máximas de metais pesados e cargas microbiológicas, definindo ainda medidas de controle e acompanhamento (CETESB, 1999).

A busca por utilização de resíduos da indústria pode ser importante por dois motivos: o primeiro para eliminar possíveis riscos de contaminação de cursos d'água provocando a inutilização de água potável; o segundo motivo é justamente utilizar água não potável ou imprópria para o consumo tornando-a útil para fins agrícolas, pois elementos poluidores como o nitrato, cálcio, potássio e fosfatos (elementos em excesso prejudicial a qualidade da água) só são considerados poluidores por não

está no local correto, portanto, para uso agrícola eles são considerados benéficos e essenciais ao processo produtivo.

Para confirmar o descrito no paragrafo anterior Costa et al. (2008) utilizando adubação química (ureia e sulfato de amônia) verificaram aumentos de produtividade do capim-marandu até 300 kg ha^{-1} , reportando que houve aumento de nitrogênio na forma N-NH_4^+ e N-NO_3^- na parte aérea do pasto e que o teor de nitrogênio teve relação direta com o teor de clorofila em folhas recém expandida, proporcionando a planta a possibilidade de absorver mais energia luminosa e transformá-la em compostos orgânicos, porém ressalta-se que a ureia e o sulfato de amônio provocam acidez do solo, havendo a necessidade de correção do solo a partir do momento que este pH não esteja ideal a cultura.

Magalhães et al. (2012) aplicaram doses de lodo biológico de gelatina no solo em diferentes doses até o máximo de $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e verificaram que o lodo proporcionou incremento nos teores de nitrogênio no solo aumentaram e verificaram que a participação de N-NH_4^+ e N-NO_3^- foram de 3,02 e 78,26 mg dm^{-3} para dose sem aplicação de lodo e de 6,04 e 313,26 mg dm^{-3} para dose de $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, aumentos expressivos na concentração do N no solo, mas, também foram observados aumentos dos teores de cálcio, fósforo potássio e magnésio no solo, e diferentemente da acidificação do solo relatada por Costa et al. (2008) o lodo provocou aumento do pH devido aos cátions básicos adicionados ao solo, pelo contrário elevou o pH.

A aplicação do lodo de gelatina ao solo melhora a fertilidade por enriquecê-lo com bases além de fósforo e nitrogênio aumentando a capacidade produtiva do pasto, aumentando também a concentração de nitrogênio em sua parte aérea, o que provoca o aumentando a qualidade nutricional do pasto (ARAÚJO, 2006).

Pelo fato dos benefícios já mencionados este resíduo merece maiores estudos pois, o potencial de seu uso é promissor devido a qualidade de sua composição e os efeitos já verificados no solo e nas pastagens, devendo-se tentar definir dosagens mais eficientes e que promovam aumentos da produtividade das pastagens, criando a possibilidade de um destino final do lodo que favoreça a preservação do meio ambiente, dos mananciais e também da segurança sanitárias da população, promovendo não só a qualidade da água dos rios como aproveitando águas de menor qualidade (porém rica em nutrientes), destinando aquelas de melhor qualidade para abastecimento das cidades.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, J.C. Efeito do lodo de indústria de gelatina na fertilidade do solo e no capim-tanzânia. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006. 30p. (Tese de Mestrado).

CETESB. **Aplicação de lodos em sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação: manual técnico**. Norma técnica p.4230. 1999. Encontrado em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução n. 54 de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução n.121 de 16 de dezembro de 2010**. Estabelecem diretrizes e critérios para a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº54, de 28 de novembro de 2005. 2010.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – Nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32, n.4, p.1601-1607, 2008.

MAGALHÃES, R.C.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; TANIGUSHI, C.A.K.T. Chemical properties of soils treated with biological sludge from gelatina industry. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.36, n.2, p.653-660, 2012.

1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA UTILIZAÇÃO DO LODO DE GELATINA EM SOLO CULTIVADO COM CAPIM PIATÃ

RESUMO

Diversos tipos de resíduos das indústrias ou da própria cadeia produtiva já foram testados como fonte de adubação à pastagem, mas pouco se sabe sobre o lodo de gelatina. Por isso o objetivo foi testar o lodo de gelatina e verificar as modificações químicas provocadas no perfil do solo. O experimento foi conduzido em Araguaína, Tocantins em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de fevereiro a novembro de 2013. Quatro doses foram testadas em parcelas experimentais: 0; 50; 150 e 300 m³ ha⁻¹. A amostragem de solo foi realizada em quatro profundidades: 0-5; 5-10; 10-20 e 20-30 cm com coleta no início e fim do período experimental que durou cinco simulações de pastejo de 21 dias de descanso do capim Piatã com corte do pasto a 20 cm de altura, sendo todo material retirado da parcela. O lodo de gelatina foi capaz de elevar o teor de cálcio, fósforo e soma de bases apenas na camada superficial, 0-5 cm, e não alterou o pH, acidez potencial e a saturação por base, indicando que não houve restrição do uso por salinização ou acidificação. Portanto, conclui-se que a aplicação máxima testada (300 m³ ha⁻¹) melhorou as características químicas do solo, principalmente na camada de 0-5 cm.

Palavras chave: Fósforo. Cálcio. *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Fertilidade do solo.

Chemical characteristics of sludge utilization of gelatine in soil cultivated with Piatã grass

SUMMARY

Several types of industries or waste of own production chain have been thoroughly tested as a source of fertilizer to grassland, but little is known about the slime. So the goal was to test the sludge from gelatin and checking chemical modifications caused in the soil profile. The experiment was conducted in Araguaína, Tocantins in Oxisoil, from February to November 2013. Four doses were tested: 0; 50; 150 and 300 m³ ha⁻¹. The soil sampling was carried out in four depths: 0-5; 5-10; 10-20 and 20-30 cm with collecting at the beginning and end of the trial period that lasted five grass grazing simulations Piatã. The sludge from gelatin was able to raise the levels of calcium, phosphorus and sum of bases only in superficial layer, 0-5 cm, and did not change the pH, acidity and base saturation potential, indicating that there was no restriction of use by salinisation or acidification. Therefore, it is concluded that the maximum tested application (300 m³ ha⁻¹) improved the chemical characteristics of the soil, mainly in the 0-5 cm layer.

Keywords: phosphorus. calcium. *Urochloa brizantha* cv. Piatã. soil fertility.

1.1 Introdução

Neossolo Quartzarênico, muito presente em áreas destinadas a criação de gado no cerrado tocantinense, possui limitações químicas que se não sanadas pode impossibilitar a adequada produção de pasto.

Apesar de que na criação bovina exista retorno dos nutrientes extraídos do solo através da urina e fezes, essas deposições são desuniformes e tendem a serem excretados próximos a bebedouros, cochos, corredores e árvores, sendo pouco reaproveitáveis (SILVA NETO et al., 2011), e influenciadas pelas condições climáticas e de manejo que interferem o comportamento animal (DUBEUX JÚNIOR et al., 2014).

A construção da fertilidade do solo deve ser prioridade para suportar criação eficiente com adequados índices produtivos, do pasto e conseqüentemente dos animais. Considerando uma escala de baixa a muito alta o pH e os teores de cálcio, fósforo, potássio, magnésio e nitrogênio são nos Neossolos Quartzarênicos classificados como baixa fertilidade, sendo necessário a adoção de um sistema de baixo nível tecnológico, caso não seja realizado adubação e correção (COLLIER et al., 2008).

No cenário mundial, na última década, detectou-se que as reservas de fosfato de rocha estão se exaurindo em ritmo considerado acelerado. Por outro lado diversas fontes de fósforo (dejetos domésticos, resíduos da indústria e agroindústria, resíduos orgânicos e águas residuais) são descartadas de forma inadequada diariamente, devendo-se repensar o potencial dessas fontes de P e do ciclo de vida útil desses resíduos que atualmente terminam em aterros e cursos d'água (BAUEYE, 2015), sendo que o aproveitamento dessas fontes de nutrientes aplicadas ao solo poderia ser um destino potencialmente positivo pois seriam reaproveitados pelas plantas.

Águas residuais como a de frigorífico (ARAUJO et al., 2011), de laticínios (SANTOS et al., 2014), lodo de esgoto doméstico (BARBOSA et al., 2007) tiveram sua eficácia comprovada. Estes possuem em sua composição química elementos essenciais às plantas. Porém, alguns resíduos como lodo da indústria de gelatina precisam ser testados e avaliados para que se torne possível fonte de nutrientes às plantas. Portanto, o objetivo foi avaliar o lodo de gelatina como fonte de adubação e

verificar as modificações químicas provocadas no perfil do solo e no decorrer do tempo.

1.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins em Araguaína – TO. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 07° 05" 46' S e 48° 12" 19' O, com altitude média de 243 m.

O clima regional caracterizado como Aw (quente e úmido com chuvas de verão) e precipitação pluviométrica anual de 1800 mm, umidade relativa do ar e temperatura média de 78% e 25°C, respectivamente.

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2013) com relevo suave e declividade inferior a 5%. O período de experimentação foi de fevereiro a novembro de 2013. Inicialmente foi realizado o preparo do solo, que consistiu de capina e retirada dos restos vegetais da área. Em seguida foi montado um sistema de irrigação em malha com aspersores de baixa pressão. O controle da irrigação foi baseado na manutenção da capacidade de campo durante todo o período de condução do trabalho. Para isso era colhido amostras de solo periodicamente e verificado sua umidade, esta umidade do solo deveria ficar em torno de 40%.

A semeadura foi realizada em março utilizando-se 4 kg de sementes puras viáveis por hectare de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Após quarenta dias da emergência fez-se o corte de uniformização do pasto a 15 cm de altura, e também capina manual para eliminar as plantas invasoras. Foram realizados ciclos produtivos, simulando o sistema de manejo rotacionado com período de descanso de 21 dias deixando-se altura de resíduo de 20 cm. A quantidade de ciclos coletados foi determinada até que o efeito do lodo de gelatina perdesse o efeito sobre a massa seca total do pasto e não ser mais significativo, indicação de que o lodo de gelatina não promovia ganhos ao pasto, portanto seguindo esse critério foram coletados cinco ciclos produtivos.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de lodo de gelatina: 0, 50, 150 e 300 m³ ha⁻¹ de lodo. Todos os tratamentos foram aplicados em dose única com aplicações das doses realizadas três dias antes do corte de uniformização com regadores plásticos. Essa estratégia foi utilizada para evitar que parte do lodo

permanecesse aderida às folhas, sendo este problema contornado com o referido corte. Após dois dias do corte de uniformização foi realizada adubação potássica com 50 kg ha^{-1} de K_2O , utilizou-se como fonte o cloreto de potássio.

O lodo de gelatina utilizado foi disponibilizado pela empresa Geonex, situada no município de Araguaína –TO. O lodo possui quantidade de cálcio, fósforo e nitrogênio satisfatórios para o uso como fertilizantes, além de fornecer micronutrientes como zinco e enxofre (Tabela 1.1). As doses foram calculadas para fornecer: 0; 25,2; 37,8 e $75,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de fósforo total.

Tabela 1.1 - Análise química do lodo de gelatina utilizado como fonte de adubação

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
pH	6,65	Prata	< 0,0015
Fósforo total (mg L^{-1})	54	Cobre (mg L^{-1})	< 0,0015
Nitrogênio total (mg L^{-1})	1541	Bário (mg L^{-1})	< 0,5
Potássio (mg L^{-1})	24,1	Selênio (ug L^{-1})	< 2
Sódio (mg L^{-1})	100,3	Chumbo (mg L^{-1})	< 0,005
Cálcio (mg L^{-1})	6134	Cianeto (mg L^{-1})	< 0,0003
Zinco (mg L^{-1})	0,101	Arsênio (ug L^{-1})	< 1,5
Magnésio (mg L^{-1})	93,59	Mercúrio (ug L^{-1})	< 0,05
Sulfato (mg L^{-1})	18,20	Alumínio (mg L^{-1})	< 0,2
Matéria orgânica (%)	3,22	Manganês (mg L^{-1})	< 0,0015
Umidade (%)	58,49	Cinzas (%)	38,29

Fonte: Empresa Geonex.

Em cada parcela foram coletadas amostras de solo composta, em quatro profundidades (0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm), em dois períodos de coleta: o primeiro período, denominado inicial (coletado quatro dias após a aplicação do lodo da indústria de gelatina), o segundo período, denominado final (coletado um dia após o último ciclo produtivo).

Foram realizadas as seguintes análises químicas do solo: pH em CaCl_2 , fósforo disponível mehlich 1 (mg dm^{-3}), potássio trocável (mg dm^{-3}), sódio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), alumínio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e magnésio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) de acordo com Embrapa (2005).

Amostras do pasto foram separadas no primeiro e quinto ciclo e feito análise de cálcio no tecido da planta de acordo com metodologia da Embrapa (2005).

Após as coletas periódicas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão para verificar a significância dos efeitos das doses de lodo da indústria de gelatina sobre os atributos avaliados. A escolha da equação de regressão foi realizada com base no coeficiente de determinação e na significância de seus coeficientes. Entre os períodos inicial e final foi realizada medida repetida no tempo

para verificação de diferenças estatística, foram considerados diferentes quando significativos ao nível de probabilidade ($p < 0,05$).

1.3 Resultados

O lodo de gelatina testado não modificou o pH, indicando que não houve nenhuma restrição do uso do lodo na acidificação ou salinização do solo. Na análise final, assim como a análise inicial, foi observado maiores valores de pH na camada superficial (0-5 cm), porém houve redução do pH em todas as profundidades subsequentes, caracterizando maior acidez na maior profundidade ($p < 0,01$). Na coleta de solo final o solo apresentou maior acidez em todas as profundidades, sendo que na camada de 20- 30 cm foi a que apresentou maior diferença entre os dois períodos (Tabela 1.2).

Era esperada acidificação do solo à medida que se aumentasse a dose de lodo da indústria de gelatina porque a cada m^3 de resíduo aplicado era introduzido 1,54 kg de nitrogênio total, como a transformação do nitrogênio no solo libera H^+ e na dose de $300 m^3 ha^{-1}$ forneceu cerca de $460 kg ha^{-1}$, esperava-se um poder de acidificação elevado nas maiores doses (Tabela 1.2).

O lodo de gelatina provocou aumentos lineares do teor de cálcio à medida que se elevou a dose de lodo de gelatina, esse efeito pode ser verificado para as camadas de 0-5 e 5-10 cm (Tabela 1.2). O teor de cálcio aumentou $0,003 cmol_c dm^{-3}$ a cada $m^3 ha^{-1}$ de lodo aplicado nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, o aumento na dose de $300 m^3 ha^{-1}$ foram de $0,9 cmol_c dm^{-3}$. Também nas duas primeiras camadas verificou-se menor concentração de cálcio trocável no período final em relação ao período inicial ($p < 0,05$) (Tabela 1.2).

O efeito das doses no tecido da planta não teve efeito no valor médio entre a coleta inicial e final ($p = 0,19$) como também não houve efeito entre as doses (0,19), sendo que o valor médio de cálcio na planta foi de 1,18 e $1,29 g kg^{-1}$, mas a quantidade de cálcio absorvida pela planta teve participação na diminuição do teor de cálcio trocável do solo no período final do ensaio experimental.

As doses de lodo de gelatina não modificaram o teor de magnésio do solo, assim como nenhuma diferença foi verificada entre a coleta inicial e final do solo.

Tabela 1.2 – Efeito do lodo da indústria de gelatina para o pH e teores de cálcio trocável, magnésio trocável potássio trocável e fósforo disponível.

	prof cm	Período	0	50 m ³ ha ⁻¹	150	300	Média	Equações	R ²	p valor
pH (CaCl ₂)	0-5	inicial	6,1	6,1	6,2	6,3	6,2 a	$\hat{Y} = 0,0005x + 6,13$	0,23	0,08
		final	5,6	5,9	5,5	5,8	5,7 b	$\hat{Y} = 0,0002x + 5,71$	0,00	0,77
	5-10	inicial	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9 a	$\hat{Y} = 0,00006x + 5,90$	0,00	0,86
		final	5,6	5,7	5,7	5,7	5,6 b	$\hat{Y} = 0,0004x + 5,63$	0,10	0,29
	10-20	inicial	5,8	6,03	5,9	5,9	5,9 a	$\hat{Y} = 0,00006x + 5,93$	0,00	0,98
		final	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5 b	$\hat{Y} = 0,00001x + 5,53$	0,00	0,97
	20-30	inicial	5,8	5,9	5,8	5,7	5,8 a	$\hat{Y} = -0,0003x + 5,86$	0,08	0,35
		final	5,3	5,5	5,4	5,4	5,4 b	$\hat{Y} = 0,0002x + 5,39$	0,02	0,61
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	0-5	inicial	3,98	3,61	4,71	4,63	4,23 a	$\hat{Y} = 0,003x + 3,51$	0,74	0,02
		final	3,04	3,31	4,07	4,13	3,63 b	$\hat{Y} = 0,003x + 3,17$	0,82	0,03
	5-10	inicial	2,98	3,51	3,69	3,92	3,52 a	$\hat{Y} = 0,003x + 3,18$	0,80	<0,01
		final	2,57	3,18	3,20	3,72	3,17 b	$\hat{Y} = 0,003x + 2,75$	0,84	<0,01
	10-20	inicial	2,43	3,17	2,76	3,15	2,88 a	$\hat{Y} = 0,001x + 2,69$	0,08	0,35
		final	2,94	3,21	2,40	3,08	2,91 a	$\hat{Y} = -0,0001x + 2,93$	0,00	0,91
	20-30	inicial	2,10	2,27	2,28	2,86	2,37 a	$\hat{Y} = 0,002x + 2,08$	0,42	0,07
		final	2,49	2,86	2,07	2,58	2,5 a	$\hat{Y} = -0,0004x + 2,55$	0,01	0,75
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	0-5	inicial	0,95	1,21	0,91	1,04	1,03 a	$\hat{Y} = -0,00008x + 1,04$	0,00	0,93
		final	2,43	1,16	0,85	0,84	1,32 a	$\hat{Y} = -0,00009x + 0,98$	0,00	0,90
	5-10	inicial	1,41	1,50	1,08	0,71	1,17 a	$\hat{Y} = -0,002x + 1,50$	0,62	0,08
		final	1,16	0,98	2,22	0,84	1,30 a	$\hat{Y} = -0,0009x + 1,09$	0,53	0,07
	10-20	inicial	1,09	0,82	0,82	0,69	0,85 a	$\hat{Y} = 0,00008x + 0,93$	0,00	0,95
		final	1,08	1,03	0,57	1,06	0,93 a	$\hat{Y} = -0,0001x + 1,03$	0,00	0,82
	20-30	inicial	0,67	1,01	0,50	0,78	0,74 a	$\hat{Y} = 0,00002x + 0,76$	0,00	0,81
		final	0,83	0,49	0,88	0,79	0,75 a	$\hat{Y} = 0,0003x + 0,70$	0,03	0,56
Potássio (mg dm ⁻³)	0-5	inicial	1,66	1,66	2,33	2,00	1,91 b	$\hat{Y} = 0,001x + 1,73$	0,06	0,42
		final	4,33	4,33	4,33	3,00	4,00 a	$\hat{Y} = -0,004x + 4,55$	0,31	0,06
	5-10	inicial	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33 b	$\hat{Y} = 0,000x + 1,33$	0,00	1,00
		final	2,00	3,00	2,33	1,66	2,50 a	$\hat{Y} = -0,002x + 2,54$	0,06	0,43
	10-20	inicial	0,66	0,66	0,66	1,00	0,75 b	$\hat{Y} = 0,001x + 0,61$	0,08	0,35
		final	2,33	1,66	3,33	2,00	2,33 b	$\hat{Y} = 0,0003x + 2,29$	0,00	0,92
	20-30	inicial	0,66	0,33	0,00	1,00	0,50 a	$\hat{Y} = 0,001x + 0,34$	0,05	0,48
		final	2,33	0,66	0,33	1,33	1,16 a	$\hat{Y} = -0,001x + 1,40$	0,04	0,52
Fósforo disponível (mg dm ⁻³)	0-5	inicial	1,18	1,24	1,67	1,97	1,51 a	$\hat{Y} = 0,003x + 1,17$	0,92	<0,01
		final	0,91	0,89	1,49	2,41	1,43 a	$\hat{Y} = 0,005x + 0,76$	0,96	<0,01
	5-10	inicial	0,95	0,96	1,52	1,64	1,27 a	$\hat{Y} = 0,002x + 0,60$	0,51	<0,01
		final	0,77	0,58	0,88	1,02	0,81 a	$\hat{Y} = 0,002x + 0,35$	0,79	<0,01
	10-20	inicial	0,81	0,61	0,75	1,16	0,83 a	$\hat{Y} = 0,002x + 0,34$	0,67	<0,01
		final	0,53	0,24	0,77	0,48	0,51 a	$\hat{Y} = 0,001x + 0,32$	0,26	0,08
	20-30	inicial	0,46	0,17	0,33	0,89	0,46 a	$\hat{Y} = 0,003x + 0,13$	0,76	<0,01
		final	0,38	0,19	0,43	0,94	0,49 a	$\hat{Y} = 0,0002x + 0,29$	0,02	0,65

Assim como o magnésio o lodo de gelatina não influenciou sobre o teor de potássio no solo, somente os períodos tiveram efeitos significativos ($p < 0,05$). O período final foi superior ao inicial, este efeito deveu-se à adubação de cobertura feita após a coleta inicial do solo, refletindo desta maneira em maior concentração de potássio no solo (Tabela 1.2).

Os teores de sódio e alumínio trocável não foram realizados nenhum tipo de teste estatístico pelo fato de o valor em todas as amostras ter sido igual a zero.

Entre a coleta inicial e final a concentração de fósforo disponível não sofreram reduções em suas concentrações sendo iguais ($p = 0,01$). Avaliando-se o efeito das doses a camada de 0-5 e 5-10 cm tiveram incrementos lineares de fósforo disponível com concentrações estimadas na dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de 2,07 e 1,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para o período inicial e 2,26 e 0,95 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para o período final. Na profundidade de 10-20 e 20-30 cm somente houve efeito das doses no período inicial ($p < 0,01$), no período final o lodo de gelatina não teve mais influência sobre o teor de fósforo disponível (Tabela 1.2).

1.4 Discussão

Tratando-se de um resíduo cujo nutriente mais abundante era o nitrogênio, esperava-se a redução do pH do solo por consequência do processo de mineralização característico de fontes nitrogenadas. Porém, o resíduo de gelatina promoveu o incremento de bases trocáveis suficiente para inibir a acidificação do solo, dando a característica desejável de uma fonte de adubação nitrogenada sem o poder de acidificação característico de fontes como ureia e sulfato de amônio.

É importante ressaltar que aplicações contínuas ou exageradas do resíduo pode causar elevação do pH do solo devido o fornecimento de bases como cálcio. Elevados pH do solo aceleram a velocidade de reação de hidrólise da ureia transformando-a em N-NH_3 , forma facilmente perdida por volatilização devendo-se controlar o pH do solo abaixo de 6,3, pois foi verificado que em solos com menor pH evitou-se a volatilização do nitrogênio pelo decréscimo da atividade da uréase (TASCA et al., 2011). Estas perdas de N total podem chegar a 35% do N aplicado, sendo 75% da perda total provocada por volatilização na forma de N-NH_3 (VITTI et al., 2002).

O cuidado com as perdas de N deve ser constante para o maior aproveitamento do nitrogênio presente no lodo de gelatina, sendo que este tem a

capacidade de elevar o teor de NH_4^+ e de NO_3^- do solo em 0,04 e 0,47 mg dm^{-3} , respectivamente, para cada $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo biológico de gelatina adicionado ao solo (GUIMARÃES et al., 2012).

Portanto reaplicações de lodo de gelatina não deveriam ser utilizadas já que o solo apresentou pH próximo a 6, portanto, novas aplicações correriam o risco de elevar o pH e criar uma condição desfavorável ao pH ideal exigido pelas plantas como o aumento das perdas de nitrogênio pelos processos de volatilização.

Com o aumento das doses de lodo de gelatina observou-se aumentos nos teores de cálcio e fósforo. Comparando estes resultados com a literatura foi verificado efeito contrário, quando a fonte era o sulfato de amônio, que provocou redução do pH, do cálcio e do magnésio com elevação dos teores de alumínio (FERRARI et al., 2015).

Guimarães et al. (2012) também utilizando lodo de gelatina verificaram aumentos nos teores de cálcio e fósforo de 0,04 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e 0,01 mg dm^{-3} para cada $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina aplicado. Estes autores ainda concluem que boa parte dos elementos não é adsorvida e permanecem em solução, podendo ser lixiviado.

A elevação na concentração de Al^{3+} e H^+ provocam aumento da acidez do solo. A maior acidez do solo provocado pelo Al^{3+} pode provocar toxidez às plantas e possui maior capacidade de complexação iônica em pH ácido com as bases do solo, ou seja, poderá formar complexos com PO_4^{-3} , reduzindo a quantidade de P disponível a planta, conseqüentemente, suas respostas produtivas podem ser comprometidas (NOLLA et al., 2006).

Em condições tropicais em que a precipitação é mais intensa que evapotranspiração, a acidificação do solo tende a ocorrer continuamente, podendo ser intensificada pela atividade metabólica das plantas, animais e também por fatores antrópicos (FAGERIA et al., 1991). Em complemento, reações químicas capazes de gerar acidez no solo: dissociação do ácido carbônico, decomposição da matéria orgânica, fertilização nitrogenada, lixiviação e absorção de bases (NOLLA et al., 2015).

Nos períodos avaliados nesta investigação, os resultados apontaram que a extração de cálcio, principalmente da camada superficial, promoveu a redução de pH entre os dois períodos avaliados, fator que provocou também a redução de cálcio.

Comprovando a afirmativa de Nolla et al. (2015), que atribuíram dentre vários fenômenos a absorção de cátions básicos sobre o processo de acidificação do solo. Portanto, o solo cultivado com pastagem provoca redução do fósforo, cálcio e magnésio e aumenta a acidez do solo por causa da extração dos nutrientes pela planta (RODRIGUES et al., 2013).

O lodo de gelatina aplicado ao solo somente promoveu incremento de cálcio e fósforo, não aumentando potássio e magnésio, somente o aumento de cálcio provoca desequilíbrio dos nutrientes, como suas características químicas são muito próximas (valência, raio iônico, grau de hidratação e mobilidade) a presença em excesso de um prejudica a absorção do outro. Medeiros et al. (2008) como também o teor de cálcio e magnésio interferem na absorção de potássio. O efeito da aplicação do lodo no perfil do solo até 30 cm foi semelhante ao encontrado com a calagem, maiores teores de nutrientes na camada superficial, diminuindo-se com a profundidade (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2013).

Esperava-se que o resíduo aplicado tivesse uma distribuição dos nutrientes mais homogêneas no perfil do solo, por se tratar de um líquido, diminuindo a heterogeneidade entre as camadas, mesmo sabendo da baixa mobilidade do fósforo e do cálcio. Portanto, o monitoramento da química do solo e a relação dos nutrientes devem ser realizados frequentemente e promovidos correções para um maior equilíbrio entre os nutrientes, para que não ocorram futuros impedimentos químicos à planta.

1.5 Conclusão

O lodo da indústria de gelatina é uma fonte de fósforo, cálcio e nitrogênio, a qual pode ser aplicada ao solo como aqui descrito e estudado. Sua aplicação não acidifica o solo, mas se utilizado como única fonte pode provocar desequilíbrio dos nutrientes pela elevada quantidade de cálcio em relação aos demais nutrientes.

1.6 Referências bibliográficas

- ARAUJO, A.S.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, P.M.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, J.G.D. Produtividade do capim-marandu e alterações químicas do solo submetido a doses de dejetos líquidos de bovinos. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v. 54, n. 3, p. 235-246, 2011.
- BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; FONSECA, I. C.B. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p.601-605, 2007.
- BAVEYE P. C. Looming Scarcity of Phosphate Rock and Intensification of Soil Phosphorus Research. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.39, n. p.637-642, 2015.
- COLLIER, L. S.; LARA, M. A. S.; VILELA, L. Recomendação de adubação e calagem a partir do manejo da forrageira de solos cultivados com pastagens no cerrado. In: SANTOS, A.C. (Ed.). Do Campus para o Campo. Araguaína: Gráfica Ed. Impacto, 2008. p.16.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; VENDRAMINI, J.M.B.; INTERRANTE, S.M.; LIRA JÚNIOR, M.A. Stocking Method, Animal Behavior, and Soil Nutrient Redistribution: How are They Linked?. **Crop Science**, vol. 54, p. 2341-2350, 2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353p.
- EMBRAPA. Manual de laboratório: solo água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 334p.
- FAGERIA, N.K.; WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C.; CARVALHO, J.R.P. Response of upland rice and common bean to liming on an Oxisol. In: Wright, R.J.; Baligar, V.C.; MURRMAN, R.P. (eds.) Plant-soil interactions at low pH. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 1991. p.519-525.
- FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; GODOY, L.J.G; FERRARI, J.V; SOUZA, W,J,O; ALVES, E. Effects on soil chemical attributes and cotton yield from ammonium sulfate and cover crops. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n. especial, p.91-106, 2015.
- GUIMARÃES JÚNIOR, M. P. A.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, A. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; RODRIGUES, M. O. D.; MARTINS, A. D. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agronômicas de plantas forrageiras. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.3, p.460-47, 2013.
- MAGALHÃES, R.C.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; TANIGUSHI, C.A.K.T. Chemical properties of soils treated with biological sludge from gelatina industry. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.36, n.2, p.653-660, 2012.
- MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; GATIBONE, L.C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina- Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.799-806, 2008.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; CASTALDO, J.H.; ALVES, E.O.S; MOTA NETO, L.V.; SILVA, M.A.G.; MUNIZ, A.S. Disponibilidade de nutrientes e fitotoxidez de alumínio: Influencia da complexação por ligantes na solução do solo. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n. especial, p.1-16, 2015.

NOLLA, A.; ANGHINONI I.; Activity and chemical sceciation of soil solution of na axisol under no-tillage with different acidity condicions as affected by phosphorus addition. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.6, p. 955-963, 2006.

RODRIGUES, M.O.D.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P.; SILVA, J. E. C.; ARAUJO, A. S.; RODRIGUES, M. O. D. Diagnóstico espacial das propriedades químicas e físicas em função do manejo. **Amazônia & Desenvolvimento** (Banco da Amazônia. 2005), v. 8, n. 16, p. 39-51, 2013.

SANTOS, P.M.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C.; SILVA NETO, S. P.; ALEXANDRINO, E. Atributos morfogênicos de pastos de capim-mombaça adubados com resíduos de laticínios. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 3, p. 221-231, 2014.

SILVA NETO, S. P.; SILVA, R. G.; SANTOS, A. C.; GAMA, F. R.; GUERRA, M. S. S.; BRITO, M. J. D. Padrões espaciais de deposição de fezes por bovinos de corte em áreas de pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 538-550, 2011.

TASCA, F.A.; ERNANI, P.R.; ROGERI, D.A.; GATIBONI, L.C.; CASSOL, P.C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou combinador de uréase. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2 p.493-502, 2011

VITTI, G. C.; TAVARES Júnior, J.E.; LUZ, P.H.C.; FAVARIN, J.L.; COSTA, M.C.G. Influencia da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26 n.3 p. 663-671, 2002.

2 POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO LODO DA INDÚSTRIA DE GELATINA COMO ADUBO PARA O CAPIM PIATÃ

RESUMO

Vários subprodutos das indústrias têm sido utilizados como fonte de nutrientes para as culturas, como os lodos, esterco e vinhaça com determinado sucesso. Com isso, o objetivo foi avaliar o lodo proveniente da indústria de gelatina como adubo e verificar sua interferência nas características agronômicas do capim Piatã cortados a cada 21 dias na altura de corte de 20 cm. O experimento foi conduzido em Araguaína, TO. Foram avaliados quatro doses de lodo e cinco ciclos de produção sobre a produção de massa seca total, massa seca de folhas, de colmos, folhas mortas, perfilhos por m², altura, relação folha colmo, índice de área foliar, taxa de crescimento cultural, peso médio de perfilhos, densidade volumétrica de forragem. Verificou-se que o lodo de esgoto modificou positivamente os componentes morfológicos avaliados, aumentou os valores de índice de área foliar, como também a taxa de crescimento cultural. Doses até 300 m³ ha⁻¹ de lodo da indústria de gelatina promove incrementos produtivos, devendo-se reaplicar o lodo após três ciclos devido a queda de produtividade.

Palavras chave: Nitrogênio. Produtividade. Eficiência produtiva. *Urochloa brizantha* cv. Piatã.

Potential for use of the gelatin industry sludge as fertilizer for Piatã grass

SUMMARY

Several by-products of industries have been used as a source of nutrients for crops, such as mud, excrements and vinasse with particular success. With this, the objective was to evaluate the sludge from gelatin industry as fertilizer and check your interference in the agronomic characteristics during production cycles. The experiment was conducted in Araguaína, TO. We evaluated four doses of sludge and five cycles of production over the production of total dry mass, dry mass of leaves, stalks, dead leaves, tillers per m², height, relative leaf thatch, leaf area index, cultural growth rate, average weight, tiller, volumetric density of fodder. It was found that the sewage sludge modified morphological components evaluated positively, increased the values of leaf area index and growth rate. Doses up to 300 m³ ha⁻¹ of slime jelly industry promotes productive increments, and reapply the sludge after three cycles due to falling productivity.

Keywords: Nitrogen. Productivity. Productive efficiency. *Urochloa brizantha* CV. Piatã.

2.1 Introdução

Toda e qualquer fonte de nutrientes deve ser aproveitada e explorada para adubação, desde que garantida a biossegurança de sua utilização. Várias fontes têm sido sugeridas para adubação como: dejetos de suínos, cama de frango, vinhaça, resíduos de curtume, de frigoríficos e de indústrias de gelatina, além do esgoto doméstico (ORRICO et al., 2013; HOLT, et al., 2010; SILVA NETO, et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2006; YANG et al., 2006; LYRA, et al., 2003; HOYOS et al., 2002).

A legislação vigente no país incentiva o reuso direto de água não potável para finalidades agrícolas e florestais, estabelecendo as modalidades, critérios e diretrizes de utilização de acordo com a lei federal nº 9433, de 1997, e resolução nº 54, de 2005 e resolução nº 121, de 2010, estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente através do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2006 e 2010). A Companhia Ambiental de São Paulo normatiza a utilização de lodo de origem sanitária e industrial (Norma técnica p4230), definindo as concentrações máximas de metais pesados e cargas microbiológicas, definindo ainda medidas de controle e acompanhamento (CETESB, 1999).

O lodo gerado pela indústria de gelatina atende aos pré-requisitos estabelecidos em lei para uso agrícola, o qual pode ter potencial para aumentar a produtividade de gramíneas forrageiras, por conter consideráveis concentrações de fósforo, cálcio e nitrogênio. Quando aplicado diretamente no solo ocorre elevada taxa de mineralização, em função da baixa relação C/N, liberando a cultura os nutrientes para a cultura. A aplicação do lodo de gelatina promove também elevação do pH quando aplicado ao solo ou quando incorporado a compostagem durante o processo de produção, essa elevação de pH deve-se aos teores de cálcio e sódio presentes (HOYOS et al., 2002; GUIMARÃES, CRUZ E TANIGUCHI, 2009).

Para que um subproduto da indústria possa ser utilizado como adubo deve fornecer nutrientes às culturas, devendo-se estabelecer a dose ideal e o período de eficiência, para promover as melhores características produtivas. Portanto, o objetivo foi testar o lodo proveniente da indústria de gelatina como adubo e verificar sua interferência nas características agrônômicas durante ciclos produtivos.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins em Araguaína – TO. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 07° 05' 46" S e 48° 12' 19" O, com altitude média de 243 m.

O clima regional é caracterizado como Aw (quente e úmido com chuvas de verão) e precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm com umidade e temperatura médias de 78% e 25°C, respectivamente.

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2013) com relevo suave e declividade inferior a 5%. O período de experimentação foi de fevereiro a novembro de 2013. Inicialmente foi realizado o preparo do solo, que consistiu de capina e retirada dos restos vegetais da área. Em seguida foi montado um sistema de irrigação em malha com aspersores de baixa pressão. O controle da irrigação foi baseado na manutenção da capacidade de campo durante todo o período de condução do trabalho. Para isso era colhido amostras de solo periodicamente e verificado sua umidade, esta umidade do solo deveria ficar em torno de 40%.

A semeadura foi realizada em março utilizando-se 4 kg de sementes puras viáveis por hectare de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Após quarenta dias da emergência fez-se o corte de uniformização do pasto a 15 cm de altura, e também capina manual para eliminar as plantas invasoras. Foram realizados cinco ciclos produtivos, simulando o sistema de manejo rotacionado com período de descanso de 21 dias deixando-se altura de resíduo de 20 cm. A quantidade de ciclos coletados foi determinada até que o efeito do lodo de gelatina perdesse o efeito sobre a massa seca total do pasto e não ser mais significativo, indicação de que o lodo de gelatina não promovia ganhos ao pasto, portanto seguindo esse critério foi coletado cinco ciclos produtivos.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de lodo de gelatina: 0, 50, 150 e 300 m³ ha⁻¹ de lodo. Todos os tratamentos foram aplicados em dose única com aplicações das doses realizadas três dias antes do corte de uniformização com regadores plásticos. Essa estratégia foi utilizada para evitar que parte do lodo permanecesse aderida às folhas, sendo este problema contornado com o referido

corde. Após dois dias do corte de uniformização foi realizada adubação potássica com 50 kg ha^{-1} de K_2O , utilizou-se como fonte o cloreto de potássio.

O lodo de gelatina utilizado foi disponibilizado pela empresa Geonex, situada no município de Araguaína –TO. O lodo possui quantidade de cálcio, fósforo e nitrogênio satisfatórios para o uso como fertilizantes, além de fornecer micronutrientes como zinco e enxofre (Tabela 2.1). As doses foram calculadas para fornecer: 0; 25,2; 37,8 e $75,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de fósforo total.

Tabela 2.1- Análise química do lodo de gelatina utilizado como fonte de adubação

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
pH	6,65	Prata	< 0,0015
Fósforo total (mg L^{-1})	54	Cobre (mg L^{-1})	< 0,0015
Nitrogênio total (mg L^{-1})	1541	Bário (mg L^{-1})	< 0,5
Potássio (mg L^{-1})	24,1	Selênio (ug L^{-1})	< 2
Sódio (mg L^{-1})	100,3	Chumbo (mg L^{-1})	< 0,005
Cálcio (mg L^{-1})	6134	Cianeto (mg L^{-1})	< 0,0003
Zinco (mg L^{-1})	0,101	Arsênio (ug L^{-1})	< 1,5
Magnésio (mg L^{-1})	93,59	Mercúrio (ug L^{-1})	< 0,05
Sulfato (mg L^{-1})	18,20	Alumínio (mg L^{-1})	< 0,2
Matéria orgânica (%)	3,22	Manganês (mg L^{-1})	< 0,0015
Umidade (%)	58,49	Cinzas (%)	38,29

Fonte: Empresa Geonex.

Foram feitos as mensurações dos atributos agronômicos durante cinco ciclos produtivos, simulando o manejo rotacionado com período de descanso de 21 dias.

As variáveis dependentes avaliadas foram: altura da planta; perfilhos; peso médio de perfilhos; massa seca de folhas, colmos e folhas mortas; produtividade; relação folha colmo; índice de área foliar; densidade volumétrica de forragem e taxa de crescimento cultural.

A medição da altura foi realizada em seis pontos da parcela, mediu-se com régua do solo altura média do dossel. Na altura média encontrada procedeu com a contagem de perfilhos utilizando quadro de $0,15 \times 1 \text{ m}$ ($0,15 \text{ m}^2$), o corte da forragem foi feito com auxílio de quadro retangular de $0,5 \text{ m}^2$ ($0,5 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$) e altura residual do pasto de 20 cm. Todo material coletado foi separado em folhas, colmos e folhas mortas; uma alíquota foi retirada para determinação do índice de área foliar conforme Alexandrino et al. (2005). Todo material separado foi seco em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 55°C por 72 horas. A produtividade foi obtida pelo somatório de massa seca de folhas, colmos e folhas mortas expressa em

kg ha⁻¹: a divisão da produtividade pelo período de descanso obteve-se a taxa de crescimento cultural (kg ha⁻¹ dia⁻¹): foi calculada pela divisão da produtividade pela altura média do pasto, descontando 20 cm da altura do pasto, referente à altura residual: o peso médio do perfilho foi obtido pela divisão da produtividade pelo número de perfilhos; a divisão do peso da folha pelo peso do colmo resultou na relação folha colmo.

Após as coletas periódicas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão para verificar a significância dos efeitos das doses de lodo da indústria de gelatina sobre os atributos avaliados. A escolha da equação de regressão foi realizada com base no coeficiente de determinação e na significância de seus coeficientes. Entre os ciclos foi realizada medida repetida no tempo para verificação de diferenças estatística, foram considerados diferentes quando significativos ao nível de probabilidade ($p < 0,05$).

2.3 Resultados

O lodo da indústria de gelatina teve efeito significativo ($p < 0,05$) para os quatro primeiros ciclos e interferiu na produtividade da massa seca total. No quinto ciclo o efeito do lodo da indústria de gelatina não modificou a massa seca total do capim piatã ($p = 0,51$), o que sinalizou o tempo máximo do efeito da aplicação do resíduo, portanto, culminando o fim das avaliações agronômicas (Tabela 2.2).

Em valores médios o primeiro e segundo ciclo foram os mais produtivos seguidos do terceiro e quarto ciclo, por fim, em último e menos produtivo foi o quinto ciclo.

Os efeitos dentro dos ciclos provocados pelas diferentes concentrações aplicadas de lodo da indústria de gelatina responderam de forma quadrática para primeiro, segundo e quarto ciclo e linear para o terceiro ciclo:

No primeiro ciclo a maior produtividade estimada do capim piatã (4149,26 kg ha⁻¹) foi obtida com 171,86 m³ ha⁻¹, aplicações acima desta dosagem provocou decréscimos da produtividade, como verificado com aplicação de 300 m³ ha⁻¹ que teve apenas 1687,88 kg ha⁻¹, 59,3% inferior à produtividade máxima;

Com produtividade máxima de 3223,48 kg ha⁻¹ com aplicação de 197,5 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina o segundo ciclo também teve resposta quadrática, porém o decréscimo a partir da dose que obteve maior resposta foi muito menor (9,8%) em comparação a redução de 59,3% em produtividade verificada no primeiro ciclo;

No terceiro ciclo o modelo que melhor se ajustou foi o linear ($p=0,04$) com produtividade máxima de $2151,40 \text{ kg ha}^{-1}$, máxima menor que as dos dois ciclos anteriormente citados, outro fato que deve ser evidenciado foi que a partir do terceiro ciclo as doses entre 170 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ que tiveram as melhores respostas nos primeiros ciclos não mantiveram o mesmo desempenho, culminando para que no quarto ciclo a curva de resposta fosse inversa às curvas de resposta verificadas no primeiro e segundo ciclo, portanto não apresentando produtividade máxima, mas sim produtividade mínima de $1418,54 \text{ kg ha}^{-1}$ com aplicação de $94,44 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Tabela 2.2)

De acordo com os valores médios dos ciclos para taxa de crescimento cultural o primeiro e segundo ciclo foram os mais produtivos seguidos pelo terceiro quarto e quinto ciclo, respectivamente. Dentro de cada ciclo as diferentes doses somente interferiram no crescimento cultural no primeiro e segundo ciclo. No primeiro e segundo ciclo a taxa de crescimento cultural respondeu de forma quadrática com máxima quando aplicado 220 e $210 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina acumulando $115,62$ e $117,43 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca de forragem, respectivamente.

No primeiro ciclo a altura da planta não apresentou diferença entre as aplicações de lodo de gelatina com média de altura de $54,46 \text{ cm}$. No segundo e terceiro ciclo o lodo de gelatina promoveu aumentos lineares de altura com a elevação das doses, com $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo aplicado a altura foi 24 e 9 cm maior que a dose 0 para o segundo e terceiro ciclo (Tabela 2.2).

No primeiro e segundo ciclo o perfilhamento não foi influenciado pelas aplicações de lodo de gelatina, somente no terceiro e quarto ciclo as doses de lodo de gelatina promoveram aumentos do perfilhamento, a dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi a que produziu mais perfilhos tanto para o terceiro quanto para o quarto ciclos com saldo em relação ausência de lodo de 114 e 162 perfilhos por m^2 .

Tabela 2.2- Respostas na massa seca total, na taxa de crescimento cultural, no perfilhamento e na altura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã a adubação com lodo da indústria de gelatina.

Ciclo	-----Doses de lodo de gelatina m ³ ha ⁻¹ ----					Equação	R ²	p valor
	0	50	150	300	Média			
	----- Massa seca total (kg ha ⁻¹) -----							
1	555,13	3043,22	3662,07	1687,88	2237,07 (a)	$\hat{Y} = -0,11x^2 + 37,81x + 900,18$	0,90	<0,01
2	1991,01	2682,54	3089,71	2905,24	2667,12 (a)	$\hat{Y} = -0,03x^2 + 11,85x + 2053,30$	0,87	0,02
3	1481,93	1285,04	1728,21	1622,83	1529,50 (b)	$\hat{Y} = 1,88x + 1587,40$	0,59	0,04
4	1447,62	1529,05	1401,99	1838,40	1554,26 (b)	$\hat{Y} = 0,009x^2 - 1,70x + 1498,82$	0,51	<0,01
5	922,97	1193,98	1155,99	1404,93	1169,47 (c)	$\hat{Y} = -0,44x + 1279,9$	0,05	0,51
	-----Taxa de crescimento cultural (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹) -----							
1	59,83	99,55	99,42	95,41	88,55 (a)	$\hat{Y} = -0,001x^2 + 0,44x + 67,22$	0,74	0,03
2	71,10	95,80	110,34	103,75	95,25 (a)	$\hat{Y} = -0,001x^2 + 0,42x + 73,33$	0,86	<0,01
3	52,92	57,79	59,42	58,53	57,17 (b)	$\hat{Y} = 0,01x + 55,31$	0,02	0,54
4	51,70	45,08	50,07	54,94	50,45 (c)	$\hat{Y} = 0,01x + 48,01$	0,03	0,47
5	32,96	42,64	41,28	50,17	41,76 (d)	$\hat{Y} = 0,04x + 35,82$	0,22	0,06
	-----Perfilhos (m ²) -----							
1	711	656	709	662	684 (a)	$\hat{Y} = -0,08x + 695,02$	0,06	0,90
2	1018	647	1062	844	892 (a)	$\hat{Y} = -0,02x + 896,08$	0,00	0,95
3	691	571	709	780	687 (b)	$\hat{Y} = 0,0022x^2 - 0,22x + 650,20$	0,60	0,04
4	647	660	784	796	721 (b)	$\hat{Y} = 0,54x + 653,80$	0,92	0,03
5	782	858	927	840	851 (a)	$\hat{Y} = -0,005x^2 + 1,73x + 782,81$	0,27	0,51
	-----Altura (cm) -----							
1	50,20	55,17	55,13	57,33	54,46 (a)	$\hat{Y} = 0,019x + 52,07$	0,14	0,15
2	42,44	46,87	66,72	65,49	55,38 (a)	$\hat{Y} = 0,08x + 45,12$	0,75	<0,01
3	33,93	32,22	44,28	41,66	38,02 (b)	$\hat{Y} = 0,03x + 33,88$	0,56	0,03
4	30,65	31,33	35,72	32,09	32,45 (c)	$\hat{Y} = -0,0001x^2 + 0,06x + 29,97$	0,21	0,21
5	47,77	49,16	57,93	50,66	51,38 (a)	$\hat{Y} = -0,0003x^2 + 0,12x + 46,43$	0,15	0,32

As doses de lodo de gelatina influenciaram de forma positiva a massa seca de folhas e colmos. Observou-se produtividade estimada pelas equações de 2078 kg ha⁻¹ de folhas e cerca de 1120,83 kg ha⁻¹ de colmos na dose de 300 e 278 m³ ha⁻¹ no primeiro ciclo, representando incremento de 20,02 e 68,95%, respectivamente, em relação a dose 0 (Tabela 2.3).

No segundo ciclo a massa seca de folhas e a massa seca de colmos apresentaram resposta linear à aplicação de lodo de gelatina com produtividade máxima de 2034,3 e 1216,76 kg ha⁻¹ na dose de 300 m³ ha⁻¹, respectivamente. Nos demais ciclos o colmo não respondeu mais as doses aplicadas de lodo de gelatina, porém a massa seca de colmo respondeu de forma linear em todos os ciclos, mas, os coeficientes angulares foram decrescentes à partir do segundo ciclo, em

consequência do menor coeficiente angular às máximas produtividades foram menores com o suceder dos ciclos (Tabela 2.3).

O primeiro e segundo ciclo foram os únicos que apresentaram diferença estatística para relação folha colmo. As menores relações folha colmo foi observada nas doses estimadas de 142 e 166 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina que teve relação de 3,42 e 1,78, respectivamente.

A massa seca de folhas mortas não apresentaram diferença estatística para doses, ocorrendo apenas diferenças entre os ciclos, sendo que o ciclo que teve menor quantidade de folhas mortas foram o primeiro e quinto ciclo (Tabela 2.3)

Tabela 2.3- Respostas na massa seca de folhas, massa seca de colmos, folhas mortas e relação folha colmo da *Urochloa brizantha* cv. Piatã a adubação com lodo da indústria de gelatina

Ciclo	-----Doses de lodo de gelatina m ³ ha ⁻¹ ----				Média	Equação	R ²	p valor
	0	50	150	300				
	-- Massa seca de folhas (kg ha ⁻¹) ----							
1	1361,59	1998,05	2027,26	1957,58	1836,12 (a)	$\hat{Y} = 1,39x + 1661,80$	0,33	0,03
2	1372,33	1639,71	1894,53	1960,87	1716,86 (a)	$\hat{Y} = 1,82x + 1488,30$	0,81	0,02
3	975,76	942,79	1389,17	1361,45	1167,29 (b)	$\hat{Y} = 1,52x + 976,10$	0,70	0,04
4	1094,05	1121,39	1042,10	1473,64	1182,80 (b)	$\hat{Y} = 1,20x + 1032,61$	0,65	<0,01
5	648,69	841,61	817,84	967,10	818,81 (c)	$\hat{Y} = 0,86x + 710,52$	0,76	0,02
	-- Massa seca de colmos (kg ha ⁻¹) ----							
1	257,05	752,22	752,49	678,52	610,07 (b)	$\hat{Y} = -0,01x^2 + 5,56x + 347,99$	0,74	0,01
2	493,47	899,93	1127,41	1109,41	907,55 (a)	$\hat{Y} = 1,77x + 685,76$	0,63	<0,01
3	348,50	297,95	405,47	264,75	329,16 (c)	$\hat{Y} = -0,17x + 351,65$	0,03	0,45
4	195,78	231,38	221,74	251,65	225,13 (c)	$\hat{Y} = 0,14x + 206,67$	0,11	0,19
5	154,57	181,30	170,7	258,94	191,37 (c)	$\hat{Y} = 0,31x + 151,70$	0,50	0,07
	-- Massa seca de folhas mortas (kg ha ⁻¹) --							
1	56,67	37,40	40,80	35,52	33,41 (c)	$\hat{Y} = -0,06x + 41,92$	0,06	0,34
2	125,19	142,88	67,76	34,95	92,69 (b)	$\hat{Y} = -0,03x + 136,88$	0,47	0,08
3	157,66	244,29	200,22	129,92	183,02 (a)	$\hat{Y} = -0,19x + 207,52$	0,05	0,37
4	157,77	176,27	171,47	110,09	153,9 (a)	$\hat{Y} = -0,001x^2 + 0,34 + 159,68$	0,47	0,08
5	119,70	71,06	67,44	55,53	78,43 (c)	$\hat{Y} = -0,16x + 99,59$	0,09	0,24
	-----Relação folha colmo-----							
1	5,31	2,83	2,80	2,93	3,46 (b)	$\hat{Y} = 0,00007x^2 - 0,02x + 4,85$	0,75	<0,01
2	2,80	1,75	1,73	1,83	2,02 (c)	$\hat{Y} = 0,00003x^2 - 0,01x + 2,61$	0,75	<0,01
3	3,13	2,81	3,37	3,58	3,22 (b)	$\hat{Y} = 0,002x + 2,96$	0,05	0,36
4	5,75	5,00	4,94	5,98	5,41 (a)	$\hat{Y} = 0,001x + 5,24$	0,04	0,45
5	4,48	3,54	3,86	2,78	3,66 (b)	$\hat{Y} = 0,004x + 4,25$	0,19	0,08

2.4 Discussão

O aumento da produtividade de massa seca total e suas componentes folhas e colmos verificados deveu-se aos nutrientes fornecidos pelo lodo de gelatina, entre eles cálcio fósforo e nitrogênio. O nitrogênio promove aceleração dos fluxos de tecidos no perfilho individual, representados pelo aumento na taxa de aparecimento e alongamento de folhas, além de aumentar a população de perfilhos (PEREIRA et al., 2010).

As doses de lodo de gelatina aplicadas forneceram 77,05; 231,15 e 462,30 kg ha⁻¹ de N. Esse aporte de nitrogênio fornecido pode ter sido armazenado em maiores concentrações nas folhas na forma de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, a presença destes aumentaram o teor de clorofila elevando a capacidade fotossintética e por consequência maior taxa de crescimento das plantas (COSTA et al., 2008).

Com a aplicação do lodo de gelatina as respostas positivas foram observadas utilizando-se doses de 300 m³ ha⁻¹, o que equivaleu a estimativa de 462,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio, apresentando respostas lineares de produtividade de massa seca total, de folhas e de colmos e maiores taxas de crescimento cultural.

O decréscimo de produtividade das características avaliadas no decorrer dos ciclos foi devido a menor quantidade de nutrientes disponível, por causa da aplicação do lodo de gelatina ter sido aplicado em dose única.

A deficiência de nitrogênio pode ser observada em concentrações inferiores a 112 mg L⁻¹, agravando-se com o tempo de cultivo, sendo os efeitos mais drásticos nas menores doses de nitrogênio fornecido. Efeitos negativos de N provocam menor perfilhamento, menores taxas de crescimento da planta e necrose acelerada das folhas velhas (LAVRES Jr. & MONTEIRO, 2006; SANTOS Jr. & MONTEIRO, 2003).

A altura do pasto é uma mensuração importante pois pode determinar o comportamento ingestivo do animal, podendo potencializar a profundidade do bocado e aumentar sua massa de bocado, fatores determinantes para a quantidade de alimento consumido em pastejo, sendo otimizado em alturas de 40 cm. Com o aumento da altura e da massa seca total de forragem até 40 cm decorre elevação de todos os componentes morfológicos, dentre eles, colmos por terem perfilhos mais compridos e espessos, refletindo em maior peso de perfilhos (SANTOS et al., 2010). Apesar das alturas não terem apresentados diferenças significativas sua média foi de 46 cm, valor superior ao encontrado por Santos et al., (2010).

2.5 Conclusão

O lodo de gelatina pode ser utilizado até a dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, promovendo ganhos de massa seca total, folhas e colmos e aumentos na taxa de crescimento cultural, no índice de área foliar e maior peso por perfilhos da *Urochloa brizantha* cv. Piatã.

A eficiência do lodo de gelatina é diminuída a cada ciclo produtivo de 21 dias, devendo-se realizar nova adubação a partir do terceiro ciclo devido às quedas de produtividade verificadas.

2.6 Referências bibliográficas

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; CÂNDIDO, M.G.D.; GOMIDE, J.A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2174-2184, 2005.

CAMARGO, A. P; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CETESB. **Aplicação de lodos em sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação: manual técnico**. Norma técnica p.4230. 1999. Encontrado em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução n. 54 de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução n.121 de 16 de dezembro de 2010**. Estabelecem diretrizes e critérios para a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº54, de 28 de novembro de 2005. 2010.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – Nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32, n.4, p.1601-1607, 2008.

EMBRAPA. Centro nacional e pesquisa em solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006, 306p.

GUIMARÃES, R.C.M.; CRUZ, M.C.P.; TANIGUCHI, C.A.K. Atributos químicos em solos tratados com lodo biológico de indústria de gelatina. **Revista EPeQ/ Fafibe**, v.1, n.1, p.36-39, 2009.

- HOLT, L.M.; LAURSEN, A.E.; MCCARTHY, L.H.; BOSTAN, I.V.; SPONGBERG, A.L. Effects of land application of municipal biosolids on nitrogen-fixing bacteria in agricultural soil. **Biology and Fertility of soil**, v.46, n.4, p.407-413, 2010.
- HOYOS, S.E.G.; JUÁREZ, J.V.; RAMONET, C.A.; LÓPEZ, J.G.; RIOS, A.A.; URIBE, E.G. Aerobic thermophilic composting of waste sludge from gelatina-grenetine industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v.34, p.161-173, 2002.
- LAVRES JUNIOR, J.; MONTEIRO, F.A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim aruana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32, n.5, p.1601-1607, 2008.
- LYRA, M.R.C.C.; ROLIM, M.M.S.; SILVA, J.A.A. Topossequencia de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. V.7, n.3, p.525-532, 2003.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; CENTURION, S.R.; SUNADA, N.S.; VARGAS JÚNIOR, F.M. Características morfogênicas do capim-piatã submetido à adubação com efluentes de abatedouro avícola. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.1, p.158-163, 2013.
- PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, J.P.; SILVA, S.C.; CAMINHA, F.O.; GUARDA, V.A.; PEREIRA, P.M. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Revista Scientia Agrícola**, v.67, n.5, 2010.
- SANTOS JR, J.D.; MONTEIRO, F.A. Nutrição em nitrogênio do capim- marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim da Indústria Animal**, v.60, n.1, p. 139-146, 2003.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; SILVA, G.P.; PIMENTEL, R.M.; CARVALHO, V.V.; SILVA, S.P. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2125-2131, 2010.
- SILVA NETO, S.P; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.C.; CASTRO, J.G.D.; DIM, V.P.; ARAÚJO, A.S. Características agrônômicas e nutricionais do capim marandu em função da aplicação de resíduos líquidos de frigoríficos. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.32, n.1, p.9-17, 2010.
- TEIXEIRA, K.R.G.; GONSALVES FILHO, A.R.; CARVALHO, E.M.S.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do Calpi. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1071-1076, 2006.
- WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D.R.; O'DONELL, J.; ROWE, C.M. Statistic for the evaluation and comparason of models. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v.90, n.5, p.8995-9005, 1985.
- YANG, S.M.; MALHI, S.S.; SONG, J.R.; XIONG, Y.C.; YUE, W.Y.; LU, L.L.; WANG, J.G.; GUO, T.W. Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen acumulation in soil as affected by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rain fed region of Northwestern China. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.76, p.81-94, 2006.

3 ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA E ESTRUTURAL DO CAPIM PIATÃ PROVOCADA PELA UTILIZAÇÃO DO LODO DE GELATINA COMO ADUBO

RESUMO

O efeito benéfico do nitrogênio na melhoria dos índices produtivos foi comprovado, mas não se sabe ao certo se o nitrogênio presente no lodo de gelatina é capaz de aumentar as características morfogênicas do pasto. O objetivo foi avaliar o lodo de gelatina como fonte de nitrogênio e fósforo nas características morfogênicas e estruturais do capim Piatã. As avaliações aconteceram de fevereiro a novembro de 2013 no Norte do Tocantins, Brasil. Foram testados quatro doses de lodo de gelatina 0; 50; 150 e 300 m³ ha⁻¹ e seus efeitos em cinco ciclos produtivos com 21 dias de descanso e altura de corte de 20 cm. Foi utilizada a técnica do perfilho marcado para avaliações morfogênicas e estruturais. Foi verificado aumento no número de folhas totais e vivas por perfilho com aumentos lineares no primeiro ciclo produtivo, neste também verificou-se maior comprimento de bainha correlacionando-se positivamente ao maior comprimento médio de lâminas foliares. O incremento na taxa de aparecimento foliar foi maior que 25% em todos os ciclos com de 300 m³ ha⁻¹, sendo que com a elevação da dose ocorreu menor filocrono e maior taxa de alongamento de colmo. Conclui-se que o lodo de gelatina acelera as taxas morfogênicas e modificam as características estruturais.

Palavras chave: Adubação nitrogenada. Fertilidade. *Brachiaria* cv. Piatã.

Morphological and structural changes of Piatã grass caused by the use of sludge as a fertilizer gelatin

SUMMARY

The beneficial effect of nitrogen on the improvement of the productive indexes has been proven, but it is unclear if the nitrogen present in the mud of gelatin is able to increase the morphogenetic features of pasture. The objective was to evaluate the sludge of gelatine as a source of nitrogen and phosphorus in the morphogenetic features and structural Piatã grass. The evaluations took place from february to november 2013 in Northern Tocantins, Brazil. Were tested four doses of sludge from gelatin 0; 50; 150 and 300 m³ ha⁻¹ and its effects in five productive cycles with 21 days of rest and cutting height of 20 cm. tiller technique was used for morphogenetic and structural assessments marked. Verified increase in the number of total and leaves alive for tiller with linear increases in the first production cycle, this also was found greater sheath length correlating positively to greater average length of leaf blades. The increase in the rate of leaf appearance was greater than 25% in all cycles with 300 m³ of ha⁻¹, and with the elevation of dose occurred less filocrono and higher rate of elongation of thatched roofs. It is concluded that the sludge from gelatin accelerates morphogenetic rates and modify the structural characteristics.

Keywords: Nitrogen fertilization. fertility. *Brachiaria* CV. Piatã.

3.1 Introdução

O manejo de pastagem tem como principal característica ou finalidade a otimização de recursos para maior produção forrageira e a eficiência de seu uso. Diversas estratégias de adubação e manejo podem ser utilizadas para alcançar maiores produções e eficiências (HARE et al., 2015; RODRIGUES JÚNIOR et al., 2015).

Qualquer que seja a fonte do adubo, o crescimento de uma planta depende de nutrientes e seu potencial somente poderá ser atingido quando o nível de cada elemento essencial for atendido, gerando um equilíbrio nutricional (FONSECA et al., 2000).

A adubação com nitrogênio tem a capacidade de promover aumentos dos fluxos de tecidos tornando sua diferenciação morfológica mais acentuada. Características como a taxa de aparecimento foliar, taxas de alongamento de colmo e folhas tornam-se mais aceleradas, além de estimular o maior número de folhas por perfilhos e perfilhos por metro quadrado (PEREIRA, et al., 2011).

O fósforo depois da água e do nitrogênio (principais moduladores de crescimento e persistência da planta) é o nutriente mais limitante e deficiente do solo, no entanto, tão importante para a manutenção e produção das forragens (MOREIRA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2014).

Dada sua tamanha importância no processo produtivo, novas alternativas de fontes de fósforo e nitrogênio devem ser pesquisadas e avaliadas seu real potencial. Baseado nisso, propôs-se avaliar o lodo de gelatina como fonte de nitrogênio e fósforo e seus efeitos nas características morfogênicas e estruturais do capim Piatã.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins em Araguaína – TO. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 07° 05" 46' S e 48° 12" 19' O, com altitude média de 243 m.

O clima regional é caracterizado como Aw (quente e úmido com chuvas de verão) e precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm com umidade e temperatura médias de 78% e 25°C, respectivamente.

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2013) com relevo suave e declividade inferior a 5%. O período de experimentação foi de fevereiro a novembro de 2013. Inicialmente foi realizado o preparo do solo, que consistiu de capina e retirada dos restos vegetais da área. Em seguida foi montado um sistema de irrigação em malha com aspersores de baixa pressão. O controle da irrigação foi baseado na manutenção da capacidade de campo durante todo o período de condução do trabalho. Para isso era colhido amostras de solo periodicamente e verificado sua umidade, esta umidade do solo deveria ficar em torno de 40%.

A semeadura foi realizada em março utilizando-se 4 kg de sementes puras viáveis por hectare de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Após quarenta dias da emergência fez-se o corte de uniformização do pasto a 15 cm de altura, e também capina manual para eliminar as plantas invasoras. Foram realizados cinco ciclos produtivos, simulando o sistema de manejo rotacionado com período de descanso de 21 dias deixando-se altura de resíduo de 20 cm. A quantidade de ciclos coletados foi determinada até que o efeito do lodo de gelatina perdesse o efeito sobre a massa seca total do pasto e não ser mais significativo, indicação de que o lodo de gelatina não promovia ganhos ao pasto, portanto seguindo esse critério foi coletado cinco ciclos produtivos.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de lodo de gelatina: 0, 50, 150 e 300 m³ ha⁻¹ de lodo. Todos os tratamentos foram aplicados em dose única com aplicações das doses realizadas três dias antes do corte de uniformização com regadores plásticos. Essa estratégia foi utilizada para evitar que parte do lodo permanecesse aderida às folhas, sendo este problema contornado com o referido corte. Após dois dias do corte de uniformização foi realizada adubação potássica com 50 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizou-se como fonte o cloreto de potássio.

O lodo de gelatina utilizado foi disponibilizado pela empresa Geonex, situada no município de Araguaína –TO. O lodo possui quantidade de cálcio, fósforo e nitrogênio satisfatórios para o uso como fertilizantes, além de fornecer micronutrientes como zinco e enxofre (Tabela 3.1). As doses foram calculadas para fornecer: 0; 25,2; 37,8 e 75,6 kg ha⁻¹ de fósforo total.

Tabela 1.1 - Análise química do lodo de gelatina utilizado como fonte de adubação

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
pH	6,65	Prata	< 0,0015
Fósforo total (mg L ⁻¹)	54	Cobre (mg L ⁻¹)	< 0,0015
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	1541	Bário (mg L ⁻¹)	< 0,5
Potássio (mg L ⁻¹)	24,1	Selênio (ug L ⁻¹)	< 2
Sódio (mg L ⁻¹)	100,3	Chumbo (mg L ⁻¹)	< 0,005
Cálcio (mg L ⁻¹)	6134	Cianeto (mg L ⁻¹)	< 0,0003
Zinco (mg L ⁻¹)	0,101	Arsênio (ug L ⁻¹)	<1,5
Magnésio (mg L ⁻¹)	93,59	Mercúrio (ug L ⁻¹)	<0,05
Sulfato (mg L ⁻¹)	18,20	Alumínio (mg L ⁻¹)	<0,2
Matéria orgânica (%)	3,22	Manganês (mg L ⁻¹)	< 0,0015
Umidade (%)	58,49	Cinzas (%)	38,29

Fonte: Empresa Geonex.

Foram marcados perfilhos com canudos coloridos para possibilitar a diferenciação e o acompanhamento das medições. Nestes perfilhos foi mensurado o comprimento da bainha e da lâmina foliar, também foram contados os números de folhas totais, vivas e mortas. O comprimento da bainha foi medido do solo à lígula da última folha expandida e todas as folhas vivas classificadas como folha expandida e em expansão, as expandidas foram mensuradas seu comprimento da lígula à extremidade e em expansão, quando não possuía lígula exposta utilizou-se como referência a lígula da folha anterior. As folhas com mais de 50% de lâminas senescentes foram classificadas como morta.

O comprimento médio de lâmina foliar foi calculado pelo somatório do comprimento total de folhas dividido pelo número de folhas do perfilho. As seguintes características morfogênicas também foram calculadas: taxa de aparecimento foliar encontrada pelo número de todas as folhas surgidas no ciclo dividido pela duração em dias; o filocrono foi obtido de forma inversa à taxa de aparecimento foliar; as taxas de alongamento foliar de colmo e de senescência foram calculadas pela diferença dos seus respectivos comprimentos iniciais menos os finais divididos pela quantidade de dias.

Após as coletas de todos os ciclos, os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos ao teste F ($p < 0,05$), foi analisado por regressão, para verificação da significância das doses de lodo de gelatina sobre as características morfogênicas e estruturais, para comparação entre os ciclos foi feita medida repetida no tempo. O critério de ajuste do modelo foi baseado no melhor coeficiente de determinação nos modelos testados ao nível de $p < 0,05$.

3.3 Resultados

A taxa de aparecimento foliar mais acelerada na dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ também contribuiu para o maior comprimento médio de lâminas foliares, já que a folha percorreu uma bainha mais alongada em um menor intervalo de tempo. O incremento da taxa de aparecimento foliar na dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi 33; 55 e 25% para o primeiro, terceiro e quinto ciclos, respectivamente (Figura 3.1a). Assim como a taxa de aparecimento foliar a taxa de alongamento de folha e de colmo também respondeu de forma positiva a aplicação de lodo de gelatina, com resposta mais pronunciada no primeiro ciclo. No terceiro e quinto ciclo, apesar de diferenças significativas entre as doses, houve diminuição dos efeitos do lodo de gelatina após sucessivos ciclos de coleta (Figura 3.1 b;c).

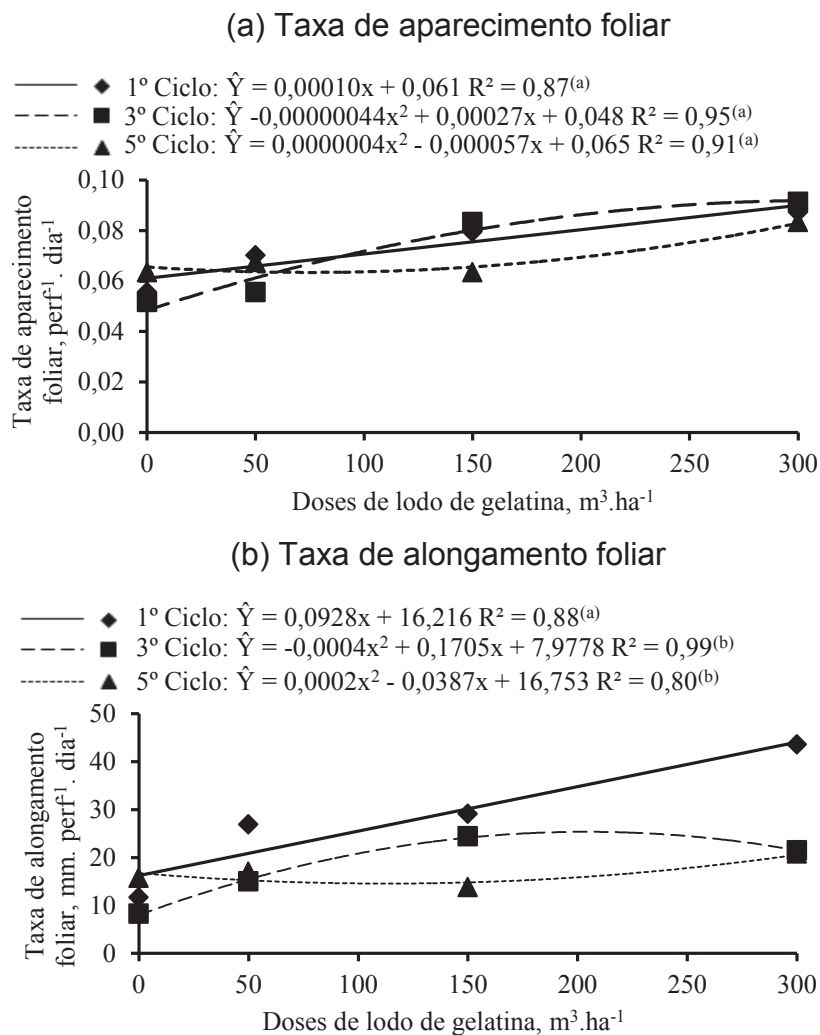


Figura 3.1- Características morfogênicas submetidas a doses de 0, 50 150 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina. Continua...

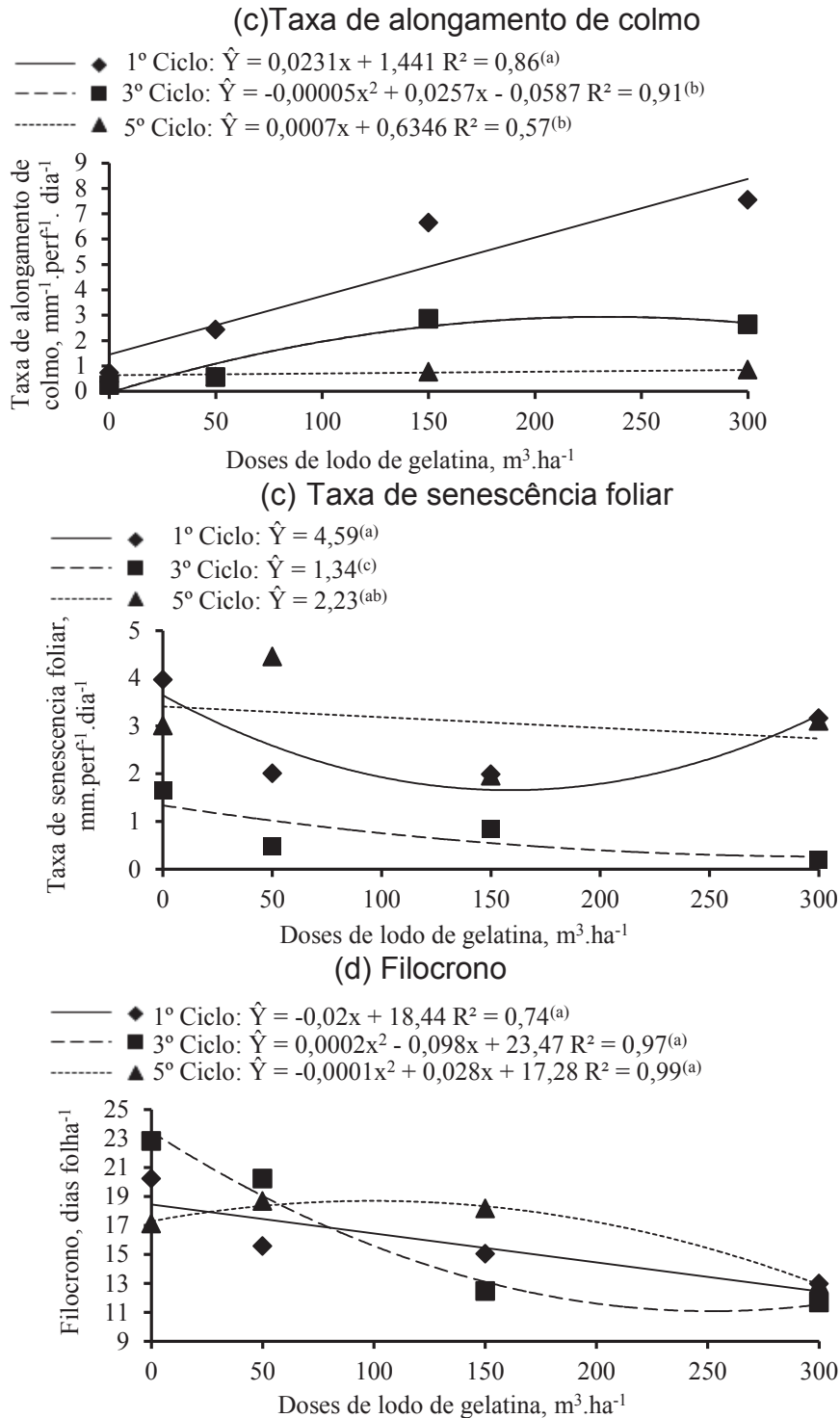


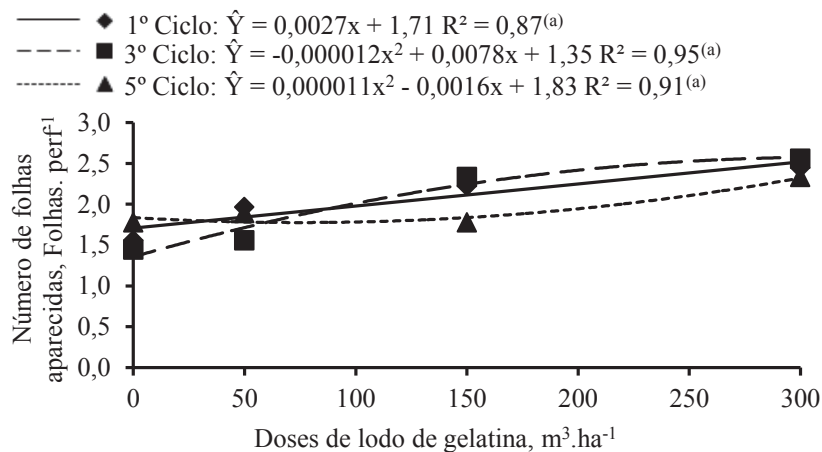
Figura 3.1- Características morfogênicas submetidas a doses de 0, 50 150 e 300 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de lodo de gelatina.

Esperava-se que com o maior número de folhas e com as maiores taxas de aparecimento foliar e de alongamento de colmo ocorresse o sombreamento das folhas baixeras e acelerasse o processo de senescência foliar e consequentemente o de maior número de folhas mortas, porém, não foi evidenciado esse processo, não havendo diferenças significativas para os ciclos avaliados (Figura 3.1d).

O tempo para exibir duas folhas consecutivas, medidas pelo filocrono, foram influenciadas pelas doses de lodo de gelatina. Os dois primeiros ciclos apresentaram filocrono de aproximadamente 12 dias para aplicação de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, já no quinto ciclo foi de 16 dias por folha para a dose de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, evidenciando uma desaceleração do crescimento da planta devido aos menores efeitos do lodo de gelatina aplicado durante o primeiro ciclo (Figura 3.1e).

O número de folhas aparecidas foi influenciado pelo lodo de gelatina aplicado, mas, não houve diferença entre os ciclos avaliados. O tratamento com $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no primeiro e terceiro ciclo revelaram os maiores ganhos, em relação a dose $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina. No quinto ciclo, apesar do incremento de 27% no número de folhas aparecidas para a maior dose, notou-se uma queda acentuada da resposta do lodo em promover o aumento do número de folhas (figura 3.2a).

(a) Número de folhas aparecidas



(b) Número de folhas vivas

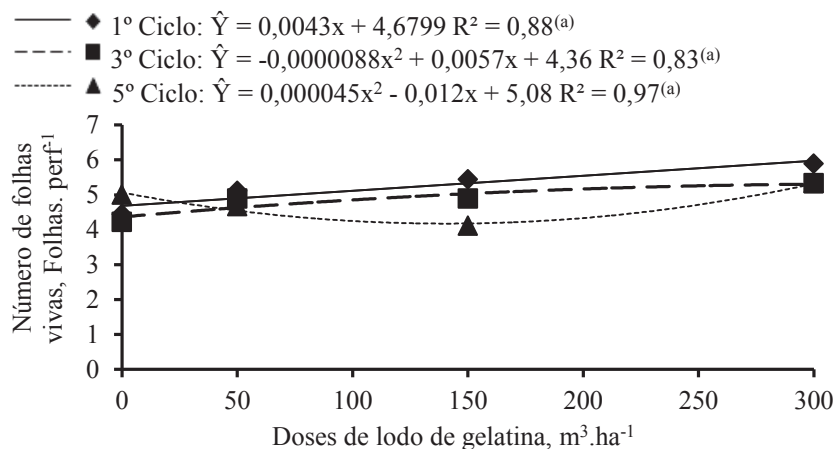


Figura 3.2- Características estruturais submetidas a 0, 50 150 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina. Letras diferentes dentro dos parênteses sobrescritos houve diferença significativa entre os ciclos ($p < 0,005$). Continua...

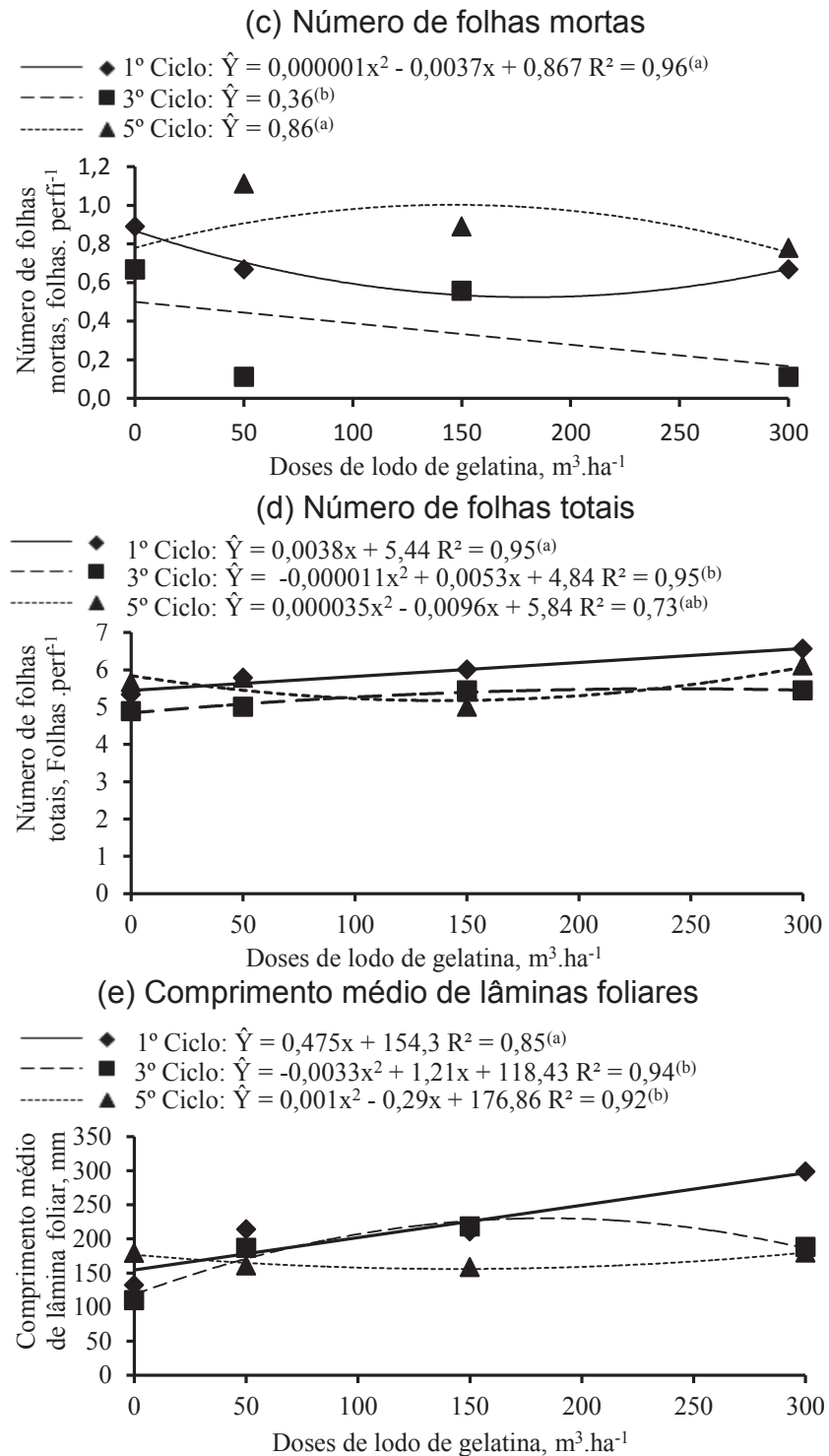


Figura 3.2- Características estruturais submetidas a 0, 50 150 e 300 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina. Letras diferentes dentro dos parênteses sobrescritos houve diferença significativa entre os ciclos ($p < 0,005$). Continua...

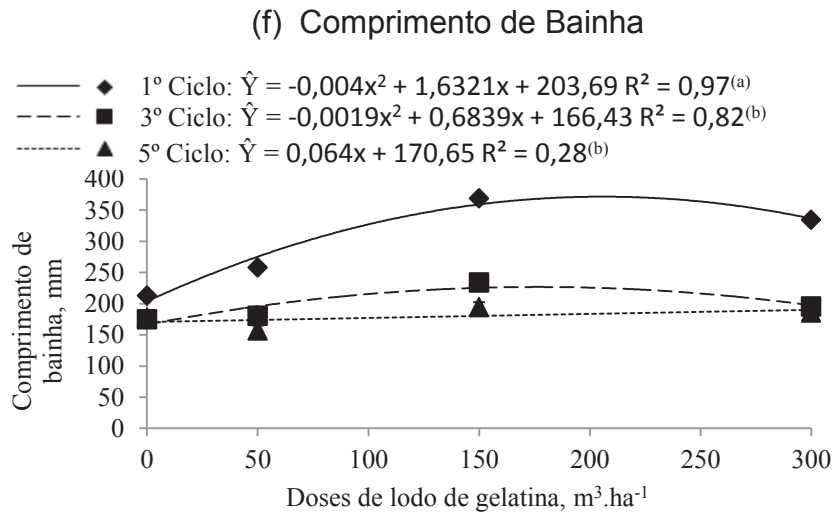


Figura 3.2- Características estruturais submetidas a 0, 50 150 e 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$ de lodo de gelatina. Letras diferentes dentro dos parênteses sobrescritos houve diferença significativa entre os ciclos ($p < 0,005$).

Foi constatando que a dose de 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$ promoveu maiores quantidades de folhas vivas por perfilho em todos os ciclos avaliados (figura 3.2b). É importante constatar que o número de folhas mortas foi influenciado pelos tratamentos somente no primeiro ciclo, diminuindo o número de folhas mortas até 189,5 $m^3 \cdot ha^{-1}$ e aumentando de 189,5 a 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$ (Figura 3.2c).

O número de folhas totais respondeu linearmente a aplicação de crescentes doses de lodo de gelatina no primeiro ciclo. Para cada m^3 de lodo aplicado por hectare promoveu aumento de 0,0038 folhas por perfilho, resultando em 1,14 folhas a mais por perfilho, totalizando 6,11 folhas por perfilho com a dose máxima de 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$. No terceiro ciclo avaliado o efeito dos tratamentos foram inferiores ao primeiro ciclo, com valores estimados de 5,47 folhas totais por perfilho. No quinto ciclo houve redução de folhas totais até a dose de 137 $m^3 \cdot ha^{-1}$, retomando o incremento até a dose de 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$, porém com redução no número de folhas totais em todas as doses, portanto, a dose 0 foi a que obteve o maior número de folhas totais (Figura 3.2d).

No primeiro ciclo as lâminas foliares da dose 0 $m^3 \cdot ha^{-1}$ de lodo de gelatina apresentaram um comprimento médio de 154,3 mm, enquanto que na maior quantidade de lodo aplicado o comprimento das lâminas foliares foram mais que o dobro da 0 $m^3 \cdot ha^{-1}$, com 296,8 mm de comprimento. No terceiro ciclo as maiores lâminas foliares foram obtidas com 183 $m^3 \cdot ha^{-1}$ gerando um comprimento de lâmina

de 229,34 mm, que representou incremento superior ao dobro da dose $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. No quinto ciclo o aumento do comprimento de lâminas foliares da dose de 300 para a dose de $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi de apenas 3 mm, sendo 179 e 176 mm de comprimento, respectivamente. O primeiro ciclo o comprimento médio de lâmina foliar foi superior ao terceiro e quinto ciclo, fato também ocorrido para comprimento de bainha (Figura 3.2e).

Muito dos efeitos do comprimento das lâminas foliares estão relacionados ao comprimento da bainha e da taxa de aparecimento foliar. Notou-se que nas maiores medidas de comprimento de bainha houve uma tendência de maiores lâminas foliares ($r = 0,66$, Figura 3.3), sendo que as duas variáveis em análise obtiveram curvas de resposta similares as doses de lodo de gelatina (Figura 3.2e, 3.2f).

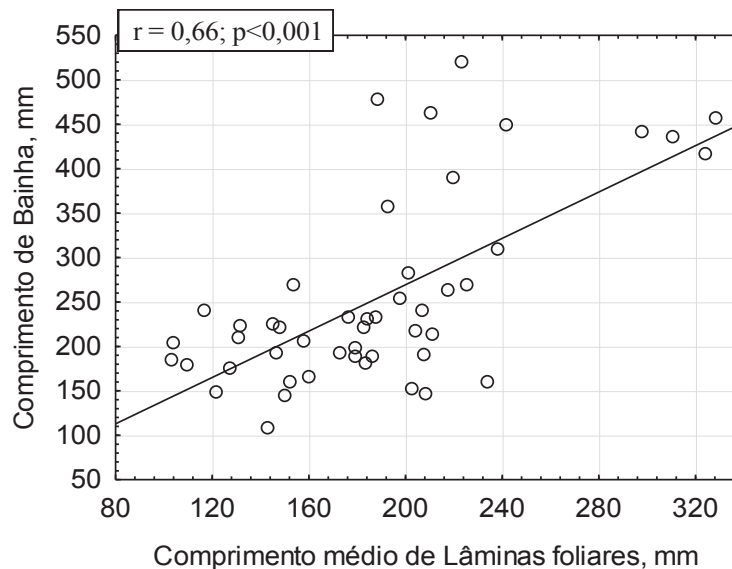


Figura 3.3- Correlação linear simples entre comprimento médio de lâminas foliares e comprimento de bainha.

3.4 Discussão

Malavolta et al. (1989) retrata que elevar doses de nitrogênio acelerou o crescimento da planta e à partir do momento que determinada dose de nitrogênio começou a reduzir o crescimento da planta, denotou-se zona de toxidez por nitrogênio.

Baseado nas informações citadas por Malavolta et al. (1989) e os resultados aqui retratados pode-se inferir que não foi alcançada a zona de toxidez por nitrogênio, principalmente no primeiro ciclo, cuja oferta de nitrogênio era maior devido ao menor intervalo desde a aplicação, verificando-se também que todas as

variáveis avaliadas obtiveram respostas lineares para o melhor desempenho no primeiro ciclo. Porém, foi importante observar que no terceiro ciclo houve resposta quadrática para todas variáveis avaliadas, notando-se que à partir da dose de $150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ houve declínio dos ganhos: como foi observado na taxa de alongamento foliar e no comprimento médio de lâmina foliar; como também estagnação dos ganhos para as variáveis taxa de alongamento de colmo, comprimento de bainha, número de folhas totais e filocrono. No entanto, é importante contatar que esse efeito do terceiro ciclo não se trata de toxidez por nitrogênio, mas pode-se sugerir que seja provocado pelos processos de perdas de nitrogênio e de consumo, que pode ter diminuiu a oferta de nitrogênio à planta com a sequência dos cortes.

O primeiro ciclo de coleta foi observado o maior coeficiente angular, o que representou o melhor desempenho entre os ciclos, concomitantemente, o terceiro ciclo foi pior que o primeiro e o quinto ciclo pior que todos os ciclos avaliados. Este fenômeno ocorrido deveu-se a menor oferta de nitrogênio no solo com o decorrer dos ciclos, já que o resíduo foi aplicado em dose única no primeiro ciclo, o que pode ter favorecido a um excessivo consumo de nitrogênio pela planta no primeiro ciclo. Como descreveram Bredemeier & Mundstock (2000), que a elevada concentração de nitrogênio no solo satura os carreadores de nitrogênio na zona de absorção, inibindo qualquer controle de regulação da absorção, o que provocaria excesso de nitrogênio na planta, que são utilizados nos processos metabólicos e o excesso de nitrogênio armazenado nos vacúolos.

Cabral et. al., (2013) descreveu dois fenômenos importantes que ajudou a entender o decréscimo ou menor desempenho verificado para as variáveis em estudo ao decorrer dos ciclos. O primeiro fenômeno foi a menor concentração de nitrogênio na planta à medida que se sucedeu os ciclos, com perdas de 29% no segundo ciclo comparado ao primeiro. O segundo fenômeno foi a menor eficiência do uso do nitrogênio, que é reduzida quando se trabalhou com doses crescentes, para elucidar, quando foi utilizado 100 mg dm^{-3} de nitrogênio obteve-se eficiência de 35 gramas de massa seca por grama de nitrogênio aplicado, enquanto que com dose de 400 mg dm^{-3} a eficiência foi de 1,27 gramas de massa seca por grama de nitrogênio aplicado.

O efeito do lodo de gelatina aplicado obteve respostas semelhantes a outras pesquisas que aplicaram nitrogênio na forma de ureia; características como a taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento de colmo e folha, tiveram crescimento

mais intenso ao se elevar a dose de nitrogênio, ocorrendo também diminuição do número de dias do filocrono, ocorrência que também se aplicou as características estruturais (SOUSA et al., 2012; IWAMOTO et al., 2014; RODRIGUES et al., 2014).

A partição de fotoassimilados segue uma determinada hierarquia de alocação entre diferentes partes da planta na seguinte ordem de prioridade: folhas emergentes, colmos, novos perfilhos e raízes. (DURAND, et al., 1991). Essa característica hierárquica reforçou a ideia da maior oferta de nitrogênio durante o primeiro ciclo nas maiores doses de lodo aplicado, cujo havia nitrogênio suficiente para aumentar a taxa de aparecimento foliar e de alongamento do colmo; no terceiro ciclo o nitrogênio disponível foi suficiente para elevar a taxa de aparecimento foliar, mas a taxa de alongamento de colmo foi menor que no primeiro ciclo; no quinto ciclo o lodo aplicado no primeiro ciclo foi capaz de elevar as taxas de aparecimento foliar, porém as taxas de alongamento de colmo ficou praticamente igual a dose de 0 m³ há⁻¹. Portanto, a diferença entre o primeiro e quinto ciclo foram de 0,0231 e 0,0007 mm perf⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Confirmando a hierarquia na partição de fotoassimilados à planta e a capacidade do lodo como fonte de adubo.

A perda de desempenho observada no decorrer dos ciclos foi um problema evidenciado que resultou em uma instabilidade produtiva, e que se continuada limitaria a perenidade do pasto. A volatilização do nitrogênio pode ter contribuído para diminuição da resposta do lodo sobre a planta, já que 80% da perda de NH₃ foram verificadas até o nono dia após a aplicação (SOARES FILHO et al., 2015). O parcelamento da adubação nitrogenada poderia favorecer uma uniformidade produtiva, porém, parcelar as doses de lodo de gelatina não seria aconselhável devido à aderência do lodo nas folhas e seu odor característico.

3.5 Conclusão

O lodo de gelatina é capaz de acelerar as taxas morfogênicas e modificar qualitativamente as características estruturais do capim Piatã, mas, não é capaz de manter as características modificadas por diversos ciclos.

3.6 Referências bibliográficas

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação de nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CABRAL, E.A.; ABREU, J.G.; BONFIM-SILVA, E.M.; CABRAL, C.H.A.; SCARAMUZZA, J.F.; SILVA, T.J.A. Eficiência de produção e concentração de nitrogênio nos capins marandu, decumbens e convert submetida à adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, v.29, n1, p.1653-1663, 2013.

DURAND, J.L.; GRANCHER, C.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; MOULIA, B.; Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, v. 39, p.213-224, 1991.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL E PESQUISA EM SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006, 306P.

FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ, V.V.H; SILVA, A.P.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1918-1929, 2000.

HARE, M.D.; PHENGPHE, S.; SONGSIRI, T.; SUTIN, N. Effect of nitrogen on yield and quality of *Panicum maximum* cvv. Mombasa and Tanzania in Northeast Thailand. **Tropical Grasslands**, v.3, n.1, p.27-33, 2015.

IWAMOTO, B.S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L.; MARI, G.C.; PELUSO, E.P.; LINS, T.O.J.A. Production and morphological composition of tanzania grass fertilized with increasing doses of nitrogen in the seasons of the year. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p. 530-538, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S., Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, **Associação Brasileira para Pesquisa da Potássia e do Fósforo**. 1989. 201p.

MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; NÓBREGA, E.B. Adubação fosfatada e níveis críticos de fósforo no solo para manutenção da produtividade do capim- elefante (*pennisetum purpureum* cv. Napier). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.943-952, 2006.

PEREIRA, O..G.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K.G.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; CECON, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1870-1878, 2011.

RODRIGUES JÚNIOR, C.T.; CARNEIRO, M.S.S.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, E.S.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N.L.; PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A.C.; PINTO, A.P.; FOGAÇA, F.H.S.; CASTRO, K.N.C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p. 2141-2154, 2015.

RODRIGUES, R.C.; SOUSA, T.V.R.; MELO, M.A.A.; ARAÚJO, J.S.; LANA, R.P.; COSTA, C.S.; OLIVEIRA, M.E.; PARENTE, M.O.M.; SAMPAIO, I.B.M. Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. **Tropical Grasslands**, v.2, p.214-222, 2014.

SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L.; RAMA, C.F.C.; BELONI, T. Ammonia volatilization losses in Tanzania grass fertilized with urea. **Revista Brasileira de Saúde e produção Animal**, v. 16, n.1, p.253-264, 2015.

SOUSA, B.M.L.; VILELA, H.H.H.; SANTOS, M.E.R.; RODRIGUES,C.S.; SANTOS, A.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ASSIS, C.Z.; ROCHA, G.O. Characterization of tillers in deferred piatã palisade grass with diferente initial heights and nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1618-1624, 2012.

4 RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE GELATINA: UMA ALTERNATIVA DE ADUBAÇÃO NITROGENADA AO PASTO

RESUMO

A utilização do nitrogênio afeta diretamente a produtividade do pasto, mas pouco se sabe quando a fonte é o lodo da indústria de gelatina. O objetivo foi determinar a eficiência do lodo de gelatina como uma fonte de adubação nitrogenada para o capim piatã. As avaliações aconteceram de fevereiro a novembro de 2013 no Norte do Tocantins, Brasil. Foram avaliadas as características produtivas e de eficiência (agronômica, fisiológica e de absorção) durante cinco cortes da *Urochloa brizantha* cv. Piatã para identificar a melhor dose e identificar o período de reaplicação. O lodo de gelatina promoveu as melhores respostas no primeiro ciclo de pastejo com produtividade de 4149 kg ha⁻¹ de massa seca total e 15,7 g de N kg⁻¹ com 173 m³ ha⁻¹, mas, a dosagem mais eficiente foi de 23,3 m³ ha⁻¹. No terceiro ciclo a dose de 300 m³ ha⁻¹ teve as maiores respostas, mas foram inferiores ao 1º ciclo, no quinto ciclo não teve efeito do lodo. Recomenda-se o uso de 20 a 50 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina e reaplicação após o terceiro ciclo.

Palavras chave: Eficiência da adubação. Nitrogênio. Produtividade.

Residue of the gelatin industry: an alternative to nitrogen fertilization to the pasture

SUMMARY

The use of nitrogen directly affects the productivity of the pasture, but little is known when the source is the slime of the gelatin industry. The objective was to determine the efficiency of sludge of gelatine as a source of nitrogen fertilizer for grass *piatã*. The evaluations took place from February to November 2013 in Northern Tocantins, Brazil. Production characteristics were evaluated and efficiency (agronomy, absorption and physiological) during five cuts of *Urochloa brizantha* cv. *Piatã* to identify the best dose and identify the reapplication period. The slime jelly promoted the best answers in the first grazing cycle with productivity of 4149 kg ha⁻¹ of total dry mass and 15.7 g N kg⁻¹ with 173 m³ ha⁻¹, but the most effective dosage was 23.3 m³ ha⁻¹. In the third cycle the dose of 300 m³ ha⁻¹ had the highest responses, but were lower than the 1st cycle in the fifth cycle had no effect of the sludge. It is recommended to use 20 to 50 m³ ha⁻¹ of gelatin slime and reapplying after the third cycle.

Keywords: Efficiency of fertilization. Nitrogen. Productivity.

4.1 Introdução

O lodo de gelatina é um resíduo do processo de fabricação da gelatina e possui quantidade suficiente de nitrogênio que podem ser utilizados na adubação de pastagens para elevar os ganhos em produtividade e elevar o teor de nitrogênio na planta.

As produtividades do pasto que não recebem adubações nitrogenadas possuem baixa capacidade produtiva, porque os solos não apresentam capacidade ou quantidade suficiente de nitrogênio disponível para sustentação de uma produtividade satisfatória (COSTA et al., 2010).

A produtividade está ligada diretamente ao fornecimento de nitrogênio via fertilizante e a capacidade de síntese de moléculas de clorofila intimamente ligada ao teor de nitrogênio da planta, resultando no aumento da intensidade do verde nas folhas e maior capacidade de produção de fotoassimilados. Porém, observa um limite dessa relação entre teor de nitrogênio na planta e clorofilas, denominado de maturidade fotossintética, que é o teor de clorofila invariável ao aumento do teor de nitrogênio (COSTA et al., 2007).

Então, maiores doses de nitrogênio resultariam na maior quantidade de clorofilas na planta que conseguiriam maior aproveitamento da energia luminosa e conseqüentemente convertê-la em maiores taxas produtivas, porém doses elevadas de nitrogênio provocam elevadas produtividades (HARE et al., 2015), mas doses elevadas também provocam baixa eficiência de utilização da adubação (PEGORARO et al., 2009).

Em ambiente natural o teor de nitrogênio disponível às plantas são baixos e por isso desenvolveram uma excelente capacidade de utilização desse nutriente. No entanto, doses excessivas podem prejudicar essa eficiência e o excesso de nitrogênio ser perdido ao ambiente com um poder de contaminação considerável (SCHRÖDER, 2014). Por isso há a necessidade da determinação de doses que permitam uma produtividade satisfatória e menor perda de nitrogênio aplicado (MAGALHÃES et al., 2007).

O objetivo foi verificar a eficiência do lodo de gelatina como fonte de adubo nitrogenado para o capim piatã e determinar qual a dosagem mais eficiente.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins em Araguaína – TO. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 07° 05' 46" S e 48° 12' 19" O, com altitude média de 243 m.

O clima regional é caracterizado como Aw (quente e úmido com chuvas de verão) e precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm com umidade e temperatura médias de 78% e 25°C, respectivamente.

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2013) com relevo suave e declividade inferior a 5%. O período de experimentação foi de fevereiro a novembro de 2013. Inicialmente foi realizado o preparo do solo, que consistiu de capina e retirada dos restos vegetais da área. Em seguida foi montado um sistema de irrigação em malha com aspersores de baixa pressão. O controle da irrigação foi baseado na manutenção da capacidade de campo durante todo o período de condução do trabalho. Para isso era colhido amostras de solo periodicamente e verificado sua umidade, esta umidade do solo deveria ficar em torno de 40%.

A semeadura foi realizada em março utilizando-se 4 kg de sementes puras viáveis por hectare de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Após quarenta dias da emergência fez-se o corte de uniformização do pasto a 15 cm de altura, e também capina manual para eliminar as plantas invasoras. Foram realizados cinco ciclos produtivos, simulando o sistema de manejo rotacionado com período de descanso de 21 dias deixando-se altura de resíduo de 20 cm. A quantidade de ciclos coletados foi determinada até que o efeito do lodo de gelatina perdesse o efeito sobre a massa seca total do pasto e não ser mais significativo, indicação de que o lodo de gelatina não promovia ganhos ao pasto, portanto seguindo esse critério foi coletado cinco ciclos produtivos.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de lodo de gelatina: 0, 50, 150 e 300 m³ ha⁻¹ de lodo. Todos os tratamentos foram aplicados em dose única com aplicações das doses realizadas três dias antes do corte de uniformização com regadores plásticos. Essa estratégia foi utilizada para evitar que parte do lodo permanecesse aderida às folhas, sendo este problema contornado com o referido

corde. Após dois dias do corte de uniformização foi realizada adubação potássica com 50 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizou-se como fonte o cloreto de potássio.

O lodo de gelatina utilizado foi disponibilizado pela empresa Geonex, situada no município de Araguaína –TO. O lodo possui quantidade de cálcio, fósforo e nitrogênio satisfatórios para o uso como fertilizantes, além de fornecer micronutrientes como zinco e enxofre (Tabela 4.1). As doses foram calculadas para fornecer: 0; 25,2; 37,8 e 75,6 kg ha⁻¹ de fósforo total.

Tabela 4.1- Análise química do lodo de gelatina utilizado como fonte de adubação

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
pH	6,65	Prata	< 0,0015
Fósforo total (mg L ⁻¹)	54	Cobre (mg L ⁻¹)	< 0,0015
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	1541	Bário (mg L ⁻¹)	< 0,5
Potássio (mg L ⁻¹)	24,1	Selênio (ug L ⁻¹)	< 2
Sódio (mg L ⁻¹)	100,3	Chumbo (mg L ⁻¹)	< 0,005
Cálcio (mg L ⁻¹)	6134	Cianeto (mg L ⁻¹)	< 0,0003
Zinco (mg L ⁻¹)	0,101	Arsênio (ug L ⁻¹)	< 1,5
Magnésio (mg L ⁻¹)	93,59	Mercúrio (ug L ⁻¹)	< 0,05
Sulfato (mg L ⁻¹)	18,20	Alumínio (mg L ⁻¹)	< 0,2
Matéria orgânica (%)	3,22	Manganês (mg L ⁻¹)	< 0,0015
Umidade (%)	58,49	Cinzas (%)	38,29

Fonte: Empresa Geonex.

A medição da altura foi realizada em seis pontos da parcela, mediu-se com régua do solo altura média do dossel. Na altura média encontrada procedeu com a contagem de perfilhos utilizando quadro de 0,15 x 1 m (0,15 m²), o corte da forragem foi feito com auxílio de quadro retangular de 0,5 m² (0,5 m x 1,0 m) e altura residual do pasto de 20 cm. Todo material coletado foi separado em folhas, colmos e folhas mortas. Uma vez separado o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 55°C por 72 horas. A produtividade foi obtida pelo somatório de massa seca de folhas, colmos e folhas mortas expressa em kg ha⁻¹: a divisão da produtividade pelo período de descanso obteve-se a taxa de crescimento cultural (kg ha⁻¹ dia⁻¹).

A determinação do nitrogênio total na planta foi realizada pelo método de kijeldahl (EMBRAPA, 2005). Com os valores de massa seca e teor de nitrogênio total foram calculadas a eficiência agrônômica, em kg de massa seca (MS)/kg de nitrogênio (N) aplicado; eficiência fisiológica, em kg MS/kg N acumulado; e a eficiência de absorção, em % (FAGERIA; 1998):

$$\text{Eficiência agrônômica} = \frac{\text{Massa seca com adubação} - \text{Massa seca sem adubação}}{\text{Quantidade de N na dose de lodo de gelatina}}$$

$$\text{Eficiência fisiológica} = \frac{\text{Massa seca com adubação} - \text{Massa seca sem adubação}}{\text{N acumulado com lodo de gelatina} - \text{N acumulado sem lodo de gelatina}}$$

$$\text{Eficiência de absorção} = \frac{\text{N acumulado com adubação} - \text{N acumulado sem adubação}}{\text{Quantidade de N na dose de lodo de gelatina}}$$

O modelo de Lineweaver-Burk de transformação de dados foi usado para avaliar as diferentes doses de lodo aplicado e identificar quais as dosagens mais eficientes. Procedeu-se análises de regressões lineares das recíprocas das respostas do pasto em função das recíprocas doses de lodo de gelatina aplicado, obedecendo ao seguinte modelo (Lana et al., 2005):

$$1/Y = a + b * (1/X)$$

Onde:

Y = resposta do pasto (massa seca total, taxa de crescimento cultural, altura e IAF);

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão linear;

X = quantidade de lodo de gelatina ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$).

Massa seca total, teor de nitrogênio e nitrogênio acumulado foram submetidos a análise de variância, quando significativos ao teste F e $p < 0,05$ foram realizadas análise de regressão; linear ou quadrática, sendo o critério de escolha àquele com maior coeficiente de determinação. Para massa seca total e teor de nitrogênio também foi realizado correlação de Pearson. A mediana e valores máximos e mínimos foram obtidos para comparação da eficiência agrônômica, fisiológica e de recuperação de cada concentração de N aplicado. Para visualização foi utilizado o gráfico box plot com mediana, limite superior e inferior e primeiro e terceiro quartil (25 até 75%). O teste F e *p-value* foi usado para testar a hipótese de nulidade entre as concentrações de N e suas interações com ciclos produtivo.

4.3 Resultados

No primeiro ciclo o lodo de gelatina promoveu um intenso crescimento da massa seca total até a aplicação de $171,86 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, nessa dosagem a massa seca total foi de $4149,26 \text{ kg ha}^{-1}$ valor 78,3% superior a dose $0 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ (Figura 4.1a). Em aplicações de lodo acima de $171,26 \text{ m}^3$ (até o limite verificado de $300 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$)

ocorreram decréscimos tão acentuados quanto o ganho verificado em doses inferiores a 171 m³, com redução de massa seca de 43,5% em relação à máxima produtividade (Figura 4.1a).

De forma divergente à curva de resposta da massa seca total o teor de nitrogênio da forragem aumentou até a dose de 300 m³ ha⁻¹ com teor de nitrogênio de 15,77 g kg⁻¹. A discrepância das respostas da massa seca total e teor de nitrogênio nas doses acima de 150 m³ ha⁻¹ provocou baixa correlação ($r = 0,48$) entre as variáveis, porém, em correlação considerada apenas o intervalo entre as doses de 0 a 150 m³ ha⁻¹ a correlação foi elevada ($r = 0,97$) retratando a dependência entre as duas variáveis. A queda de produtividade verificada na dose máxima pode ter sido devido ao material do lodo ter ficado aderido sobre as folhas provocando um estresse e dificultando a fotossíntese (Figura 4.1a).

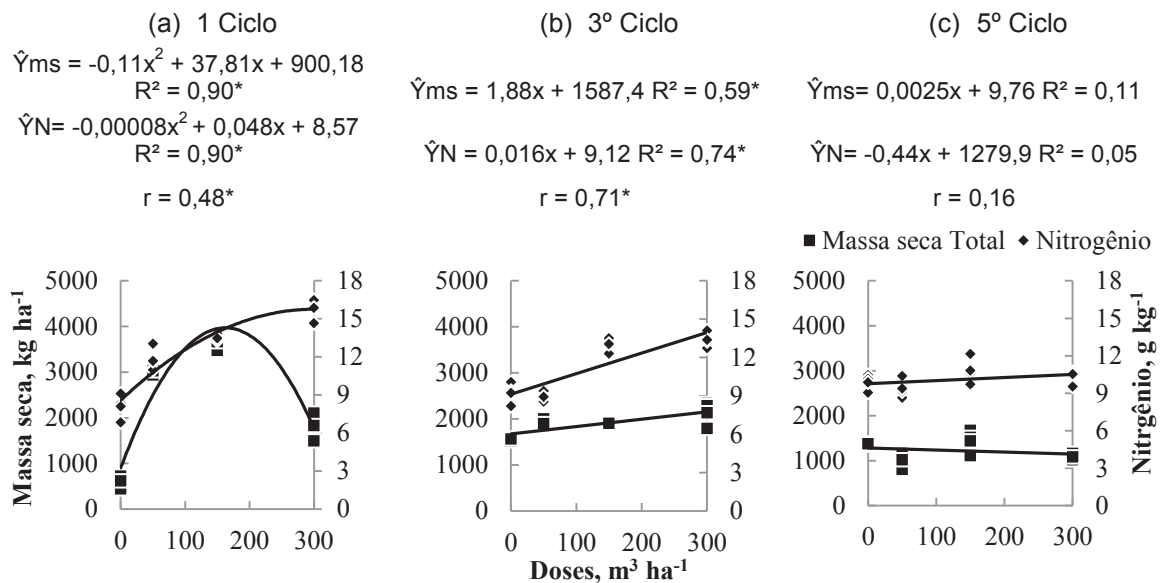


Figura 4.1- Massa seca total (ms) e teor de nitrogênio (N) do capim piatã durante cinco ciclos de produção adubado com diferentes dosagens de lodo de gelatina. *Significativo ao teste F e $p < 0,05$.

De fato, no terceiro ciclo quando haviam decorrido sessenta e seis dias da aplicação do lodo de gelatina os decréscimos de produtividade observados nas doses mais elevadas no primeiro ciclo não foram verificados. O que ocorreu foi uma tendência linear positiva, tanto para massa seca total quanto para teor de nitrogênio, o que reforçou a evidência de que houve excesso de nitrogênio à planta. No terceiro ciclo a correlação entre as duas variáveis foi positiva ($r = 0,71$) reiterando que o nitrogênio foi responsável pelo aumento da produtividade, o que lhe configurou ser o

maior promotor de crescimento até a dose de 300 e 171 m³ ha⁻¹ para terceiro e primeiro ciclo, respectivamente (Figura 4.1b).

Outro ponto importante foi com respeito à dosagem aplicada de uma só vez, essa estratégia de aplicação provocou diminuição dos ganhos, tanto de massa seca quanto teor de nitrogênio, ao longo dos ciclos produtivos, o que acarretou diminuição dos coeficientes angulares das equações à medida que sucederam os ciclos, culminando na não significância pelo teste F e $p > 0,05$ no quinto ciclo, sendo que foi observada reta paralela à abscissa, tanto para concentração de nitrogênio quanto para massa seca total (Figura 4.1c).

O quinto ciclo foi também o que acumulou a menor quantidade de nitrogênio na planta (12,37 kg ha⁻¹) e não foi influenciado pelas doses. No terceiro ciclo a dose 0 m³ ha⁻¹ teve 14,35 kg ha⁻¹ de acúmulo de nitrogênio com um coeficiente angular linear de 0,051, com resposta máxima de 29,65 kg ha⁻¹ na dosagem de 300 m³ ha⁻¹, valor 51,6% superior à dose inicial. Foi importante verificar que a melhor resposta do terceiro ciclo obteve acúmulo semelhante a maior dose do 1º ciclo.

O maior acúmulo de nitrogênio (63,5 kg ha⁻¹) ocorreu no primeiro ciclo com a dose de 173 m³ ha⁻¹ e foi superior em 92 e 54% em comparação a dose 0 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente. Toda essa diferença entre a dose de 173 m³ ha⁻¹ para a dose 0 deveu-se à deficiência de nitrogênio, enquanto que para a dose de 300 m³ ha⁻¹ ocorreu efeito inverso, ou seja, redução do acúmulo devido ao excesso de nitrogênio da adubação (Figura 4.2).

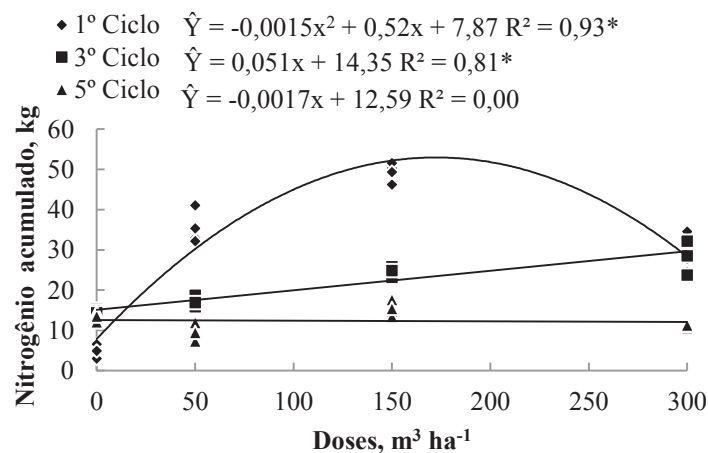


Figura 4.2- Nitrogênio Acumulado do material acima do resíduo pós pastejo do capim piatã durante cinco ciclos de produção adubados com diferentes dosagens de lodo de gelatina.

Quando testada a eficiência agrônômica do uso do nitrogênio para as três doses revelou-se diferenças e interação entre ciclos e teores de nitrogênio aplicado. Os três teores avaliados (50; 150; 300 m³ ha⁻¹) apresentaram respostas distintas nos três ciclos avaliados:

No primeiro ciclo, com o aporte de m³ ha⁻¹ de N houve maior eficiência agrônômica com o acúmulo 30,2 kg MS kg N⁻¹. Redução em mais de 50% foi verificada quando se aplicou 150 m³ ha⁻¹ e praticamente 100% quando foram ofertados 300 m³ ha⁻¹ com eficiência agrônômica mediana de 2,29 kg MS kg N⁻¹;

No terceiro ciclo a eficiência agrônômica foi superior na dose de 50 m³ ha⁻¹ com mediana de 4,09 kg MS kg N⁻¹, enquanto que as demais foram semelhantes, mas menores que a dose de 50 m³ ha⁻¹ com medianas de 1,4 e 1,2 kg MS kg N⁻¹;

No quinto ciclo as respostas de eficiência agrônômica foram extremamente baixas, visto que o capim piatã tem potencial e é responsivo a adubação nitrogenada. A dose com 50 m³ ha⁻¹ de N foi a mais eficiente no primeiro e terceiro ciclo caracterizou-se como a pior do quinto ciclo com eficiência negativa e mediana de -4,20 kg MS kg N⁻¹ aplicado, enquanto que as doses subsequentes variaram entre -0,5 e 0,5 kg MS kg N⁻¹ aplicado. Esses dados confirmam que no quinto ciclo os tratamentos que receberam qualquer quantidade de nitrogênio foram praticamente iguais ou menos eficientes que a dose 0 m³ ha⁻¹ (Figura 4.3a).

Outro ponto importante foi a interação em que no máximo fornecimento (462,3 kg ha⁻¹ de N ou 300 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina) os ciclos apresentaram medianas próximas (p<0,0001) (iguais para 1º e 3º ciclo e o quinto ciclo foi inferior às demais) com variações da eficiência próximo a 0 kg MS kg N⁻¹.

Não foram verificadas diferenças significativas no 5º ciclo para eficiência fisiológica e nem interação entre os ciclos. No primeiro e terceiro ciclo houve diferenças entre as doses, sendo a dose de 50 m³ ha⁻¹ superiores às demais para os dois ciclos, no terceiro ciclo a dose de 150 m³ ha⁻¹ foi igual a doses de 300 m³ ha⁻¹, já no primeiro ciclo a dose de 150 m³ ha⁻¹ foi superior à de 300 m³ ha⁻¹ (Figura 4.3b).

A oferta de 50 m³ ha⁻¹ teve a maior eficiência de absorção em todos os ciclos, seguida da oferta de 150 e 300 m³ ha⁻¹. Entre os ciclos seguiram em ordem de eficiência: 1º > 3º > 5º ciclo com eficiências medianas de 0,45, 0,21 e 0,12 kg MS kg N⁻¹ aplicado, respectivamente (Figura 4.3c).

Estes resultados de eficiência fisiológica e de absorção evidenciaram a elevada capacidade de perdas do nitrogênio quando o pasto foi adubado com altos teores de

nitrogênio, ou seja, dos 300 m³ ha⁻¹ aplicados via adubação a planta só conseguiu utilizar aproximadamente 10%, sendo que 90% do nitrogênio estariam imobilizados no solo ou ter saído do sistema produtivo sem ser utilizado, perdido.

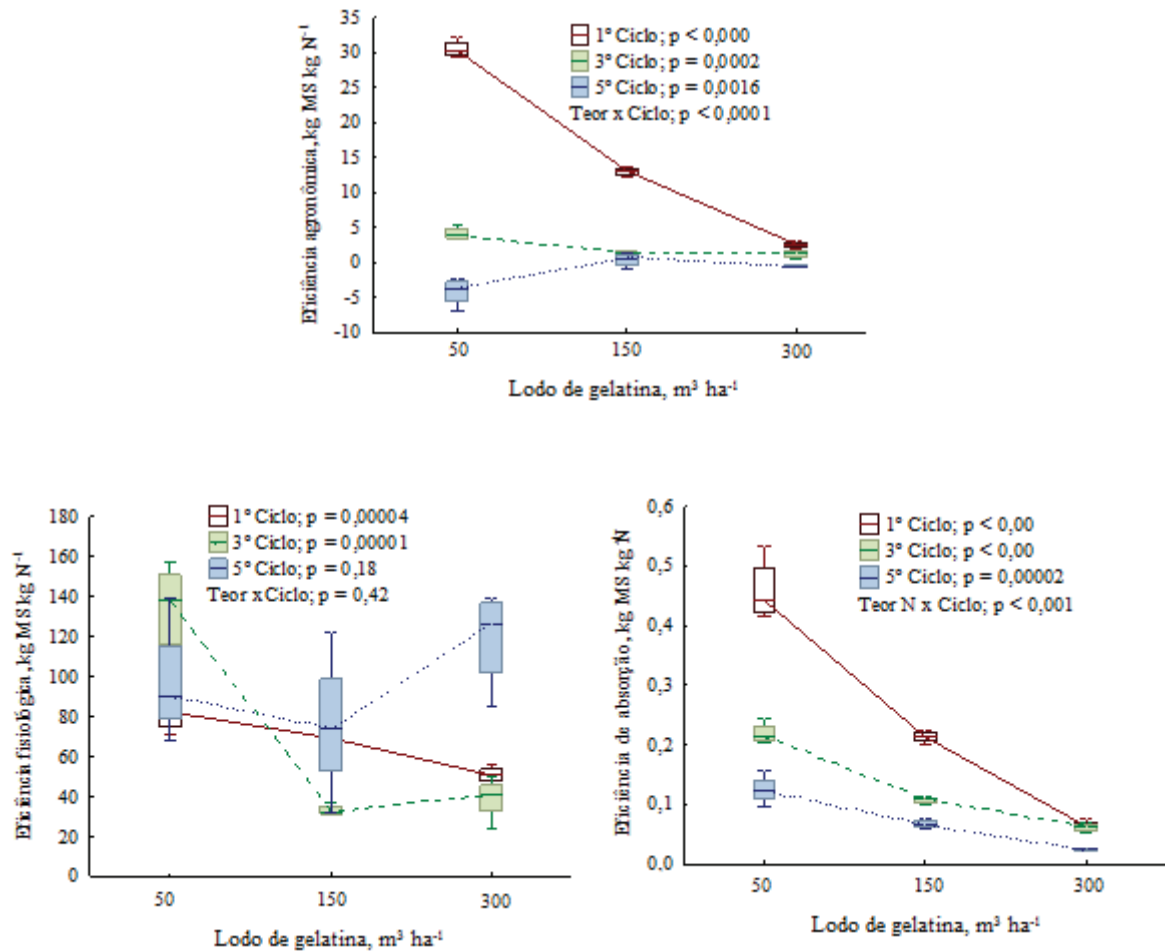


Figura 4.3- Eficiência agrônômica, fisiológica e de absorção do capim piatã durante cinco ciclos de produção adubados com diferentes dosagens de lodo de gelatina.

Na regressão linear da recíproca da massa seca total em função da recíproca da dose de lodo de gelatina foi verificada que a produtividade máxima teórica obtida foi de 3,333 kg ha⁻¹ para o primeiro ciclo. Para atingir 95% dessa produtividade estimou-se que seriam necessários 190 m³ ha⁻¹, só que para atingir 70% da máxima teórica precisou-se apenas de 23,3 m³ ha⁻¹. Este valor representa uma redução de 87,7% na aplicação de lodo de gelatina (Figura 4.4a).

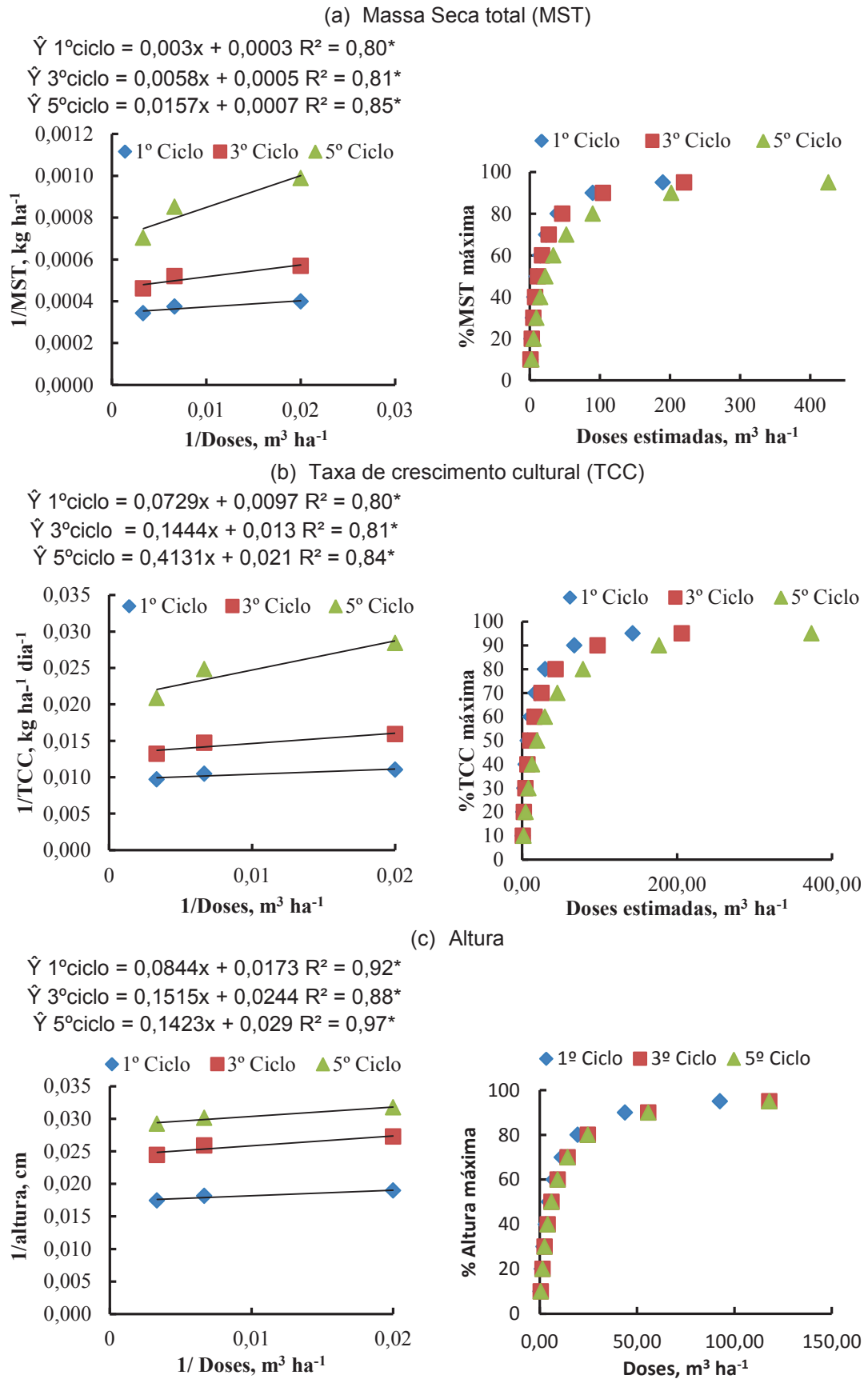


Figura 4.4- Resposta e recíproca da massa seca total, taxa de crescimento cultural da e altura em função das doses de lodo da indústria de gelatina.

No terceiro e quinto ciclo apresentaram máximas teóricas 2000 e 1429 kg ha⁻¹ de massa seca total, respectivamente. Para atingir 95% da máxima seriam necessários 220,40 e 426,14 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina. Reavaliando-se a eficiência agrônômica com os resultados de 70% da eficiência máxima teórica ocorreria uma eficiência de 46,2 39,8 e 20,6 kg MS kg N⁻¹ aplicado, valores superiores aos observados para a dose de 50 m³ ha⁻¹.

Utilizando-se 70% da máxima teórica como referência de eficiência haveria a necessidade de aplicação de 17; 25 e 45 m³ ha⁻¹ de lodo de gelatina para obter-se taxa de crescimento cultural de 72,7; 52,6 e 47,61 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e alturas estimadas de 40; 28 e 24 cm para as doses estimadas de 11,38; 14,49 e 19,63 m³ ha⁻¹ para 1º 3º e 5º ciclos (Figura 4.4 b e c).

4.4 Discussão

Evidências mostram que doses de até 357 kg ha⁻¹ responderam positivamente ao aumento do teor de nitrogênio na planta, no entanto, doses de 170 kg ha⁻¹ de nitrogênio por ciclo tiveram a maior produtividade (DUPAS et al., 2010). Outros revelam que doses de até 160 kg ha⁻¹ tiveram respostas lineares crescentes na produtividade, porém comprovam que a eficiência do fertilizante aumentou até 101 kg ha⁻¹ de nitrogênio, a partir dessa dosagem ocorreu diminuição da eficiência com a elevação da dose (CASTAGNARA et al., 2011).

O mesmo efeito provocado pelo nitrogênio quando a fonte utilizada foi ureia, também foi observada com o lodo de gelatina, a produtividade aumentou até uma determinada dose e decresceu antes que a máxima concentração de nitrogênio na planta fosse alcançada.

A máxima eficiência no uso do nitrogênio observada foi de 28,86 kg MS kg N⁻¹ aplicado na forma de ureia com dose de 101 kg ha⁻¹ (CASTAGNARA et al. 2011). Com o lodo de gelatina a dose de 50 m³ ha⁻¹ que forneceu 77,05 kg ha⁻¹ de nitrogênio teve eficiência de 30,2 kg MS kg N⁻¹.

A aplicação em dose única do lodo de gelatina provocou resultados piores em todas às variáveis envolvidas no terceiro e quinto ciclo. Entre os ciclos ocorreu redução da produtividade, da eficiência agrônômica e de absorção do primeiro para o terceiro ciclo, no quinto ciclo ocorreu ausência do efeito do nitrogênio. Esse fato tornou-se mais evidente quando observados resultados que tiveram as doses do nitrogênio parcelado por ciclo. Por exemplo, doses de 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio

apresentaram respostas lineares positivas (SALES et al., 2013), ou efeitos contrários aos obtidos pelo lodo de gelatina, cujo os últimos ciclos (3º e 5º) foram mais produtivos que os primeiros (LUGÃO et al., 2003), mas mesmo nestes trabalhos a eficiência do nitrogênio foi reduzida a medida que se elevou as aplicações do nitrogênio.

Então o parcelamento da adubação nitrogenada seria uma prática essencial para o equilíbrio da produtividade e melhorias da eficiência do uso do nitrogênio, além de reduzir os processos de perda por lixiviação, principalmente em solos com elevada concentração de areia e baixa capacidade de troca catiônica (LUGÃO et al., 2003), solo com características semelhantes ao submetido a aplicação do lodo de gelatina. Essa afirmativa pode ser comprovada quando se avaliou o desempenho dos ciclos e verificou-se reduções do acúmulo de nitrogênio pelas plantas, evidenciando que a disponibilidade de nitrogênio foi decrescente até praticamente não haver diferença no quinto ciclo, afetando diretamente a eficiência de absorção devido a baixa oferta de nitrogênio à planta e não devido a capacidade da planta em absorver o nutriente.

Reiterando-se que as principais causas da perda de nitrogênio do sistema produtivo pode ter sido por lixiviação devido às características químicas e físicas favoráveis a lixiviação do nitrogênio e pelo efeito da elevada temperatura e baixa umidade do ar, condições favoráveis à evaporação, que afetaram principalmente o quinto ciclo devido este ter iniciado e finalizado após os meses de agosto e setembro, considerados mais críticos.

A mobilidade do nitrogênio é uma característica muito desejável facilitando a aproximação a zona de absorção da raiz principalmente por fluxo de massa, mas essa facilidade na mobilidade também provoca facilidade de ocorrer perdas, pelo ar na forma de NH_3 , óxido nitroso (N_2O) e na forma elementar (N_2), e pela água na forma de nitrato (NO_3): efeitos que são provocados principalmente pela elevada evapotranspiração e precipitação (SCHRÖDER, 2014).

Os resultados de eficiência fisiológica e de absorção evidenciaram a elevada capacidade de perdas do nitrogênio quando o pasto foi adubado com altos teores de nitrogênio, ou seja, dos 462 kg ha^{-1} aplicados via adubação a planta só conseguiu utilizar aproximadamente 10%, sendo que 90% do nitrogênio estariam imobilizados no solo ou ter saído do sistema produtivo sem ser utilizado, perdido.

A busca pela dosagem mais eficiente deve ser almejada como também o melhor manejo de aplicação. Adaptação ao conceito da cinética enzimática à características de produção com o uso da equação de Lineweaver-Burk para encontrar o K_s e $K_{máx}$ (substrato necessário para atingir metade e máxima atividade enzimática, respectivamente). Esse conceito difere da máxima resposta biológica do pasto ao nutriente, já que esta segue a lei de retorno decrescente, em que as maiores eficiências acontecem nas menores doses e o retorno ótimo estaria localizado em zonas intermediárias da máxima e mínima eficiência (LANA et al., 2015).

Baseado nisso a utilização de 70% da máxima teórica para as variáveis massa seca total, taxa de crescimento cultural e altura parecem ser a mais adequada, revelando-se que a partir de 70% a redução na resposta parece ser maior, caracterizando-se a necessidade de volumes de lodo de gelatina maiores para se obter pequenos efeitos nas variáveis. Por exemplo, para aumentar de 70% para 95% da máxima teórica de massa seca total seriam necessários cerca de 830% a mais de lodo de gelatina para elevar a massa seca total em 25%.

4.5 Conclusão

Doses acima de $173 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ têm baixa eficiência e por isso não devem ser aplicadas. Recomendam-se doses de 20 a $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de lodo de gelatina por serem mais eficientes. A reaplicação da adubação nitrogenada deverá ocorrer com intervalo máximo de três ciclos produtivos.

4.6 Referências bibliográfica

- CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, 2011.
- COSTA K.A.P.; FAQUIN, I.P.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; NEVES, B.P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F.M.T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria Brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.
- DUPAS, E.; BUZETTI S.; SARTO, A.L.; HERNANDEZ, F.B.T.; BERGAMASCHINE, A.F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2598-2603, 2010.
- EMBRAPA, Manual de laboratório: Solo água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 334p.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.
- HARE, M.; PHENGPHEP, S.; SONGSIRI, T.; SUTIN, N. Effect of nitrogen on yield and quality of *Panicum maximum* cvv. Mombasa and Tanzania in Northeast Thailand. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, V.3, n.1, p. 27-33, 2015.
- LANA, R.P.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, L.M.; MÂNCIO, A.B.; FONSECA, D.M.; TEDESCHI, L.O. Application of Lineweaver–Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply. **Livestock Production Science**, v. 98, n.3, p. 219-224, 2005.
- LUGÃO, S.M.B.; RODRIGUES, L.R.A.; ABRAHÃO, J.J.S.; MALHEIROS, E.B.; MORAIS, A. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do Nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-006998) adubadas com Nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, no. 2, p. 371-379, 2003.
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SOUSA, R.S.; VELOSO, C.M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007.
- PEGORARO, R.F.; MISTURA, C.; WENDLING, B.; FONSECA, D.M.; FAGUNDES, J.L. Manejo da água e do nitrogênio em cultivo de capim elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 461-467, 2009.
- SALES, E.C.J.; REIS, S.T.; MONÇÃO, F.P.; ANTUNES, A.P.S.; OLIVEIRA, E.R.; MATOS, V.M.; CÔRREA, M.M.; DELVAUX, A.S. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.486-499, 2013.
- SCHRÖDER, J.J. The Position of Mineral Nitrogen Fertilizer in Efficient Use of Nitrogen and Land:A Review. **Natural Resources**, v.5, p.936-948, 2014.