

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E
QUALITATIVAS DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO
COM ESTERCO DE POEDEIRAS**

Autora: Gracielle Caroline Mari
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro– 2017

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DO CAPIM MARANDÚ FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS

Autora: Gracielle Caroline Mari
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Pastagem e Forragicultura.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

M332c Mari, Gracielle Caroline
Características quantitativas e qualitativas do capim marandu fertilizado com esterco de poedeiras / Gracielle Caroline Mari. -- Maringá, 2017.
119 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2017.

1. Capim Marandu (*Brachiaria brizantha*) - Adubação orgânica. 2. Forragicultura. 3. Guaiacila. 4. Hidroxifenila. 5. Siringila. I. Cecato, Ulysses, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 21.ed. 631.86

ESCL



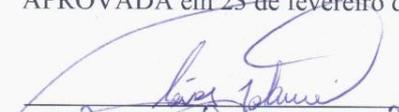
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E
QUALITATIVAS DO CAPIM MARANDU
FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS**

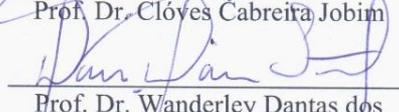
Autora: Gracielle Caroline Mari
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

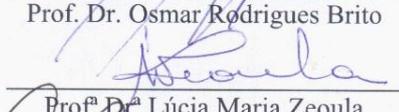
TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Pastagens e
Forragicultura

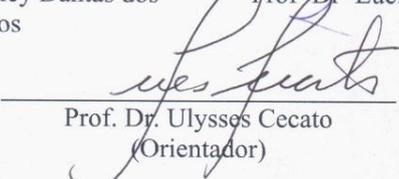
APROVADA em 23 de fevereiro de 2017.


Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim


Prof. Dr. Osmar Rodrigues Brito


Prof. Dr. Wanderley Dantas dos
Santos


Prof. Dr. Lúcia Maria Zeoula


Prof. Dr. Ulysses Cecato
(Orientador)

“Por vezes sentimos o que fazemos é apenas uma gota d’água em um oceano. Porém, o oceano seria menor sem essa mísera gota.”

Madre Tereza de Calcutá

*À minha amada família, por me auxiliar de todas as possíveis formas a galgar
mais este degrau de minha formação acadêmica....*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade oferecida e pela possibilidade de realização deste.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Ulysses Cecato, meu paciente orientador por todos estes anos, por nunca nos deixar faltar instrumentos para o trabalho ou conselhos para a vida;

Aos integrantes e ex-integrantes do Grupo Geforce com os quais tive o privilégio de trabalhar desde 2008, principalmente ao amigo Ossival que me incentivou a entrar na pós-graduação por enxergar em mim algo que eu não via; Em especial gostaria de agradecer àqueles que participaram ativamente da condução do experimento de campo e das análises laboratoriais no período de 2013 a 2015, são eles: Pedro Dornelas, Jaqueline Capelli, Alyson, Diogo Silva, Murilo Carmo, Afonso Cardoso, Bruna Barnei, Pablo Silva, Renan Sanches, Raphael Murano, Maicon Paloschi, Fabrícia Garcia, Mariana Palmera, Caio Froemingf, Gabriel André Tadao – sem vocês nada disso seria possível.

Aos funcionarios da Universidade Estadual de Maringá do Departamento de Zootecnia: professores do Departamento de Zootecnia pelos ensinamentos repassados, ao químico Oswaldo, técnico Roberto Carlos e tratorista da Fazenda Experimental de Iguatemi Wilmar, aos funcionários do setor de bovinocultura de Leite “Dú” e “Celinho”; do Departamento de Bioquímica: Professores Dr. Vandeley e Dr. Ferrarese, a Dra. Ana Paula Ferro e técnica Cidinha; do Departamento de Estatística, professor Dr. Wanderly e suas orientadas, Renata e Rafaela.

Aos funcionarios da Universidade Estadual de Londrina do Departamento de Zootecnia, prof^a Dra. Sandra e prof^a Dra. Ivone, e do Departamento de Agronomia prof. Dr. Osmar, e técnicos João e Márcio;

As pessoas que me acolheram em suas casas durante o período de análises em Londrina, prof^a Dra. Sandra e Dona Erotides e Ana Carolina Coqueiro;

À minha família pelo incentivo e por sempre se orgulharem de mim, em especial, minha mãe, meu pai, meu esposo e minha irmã.

Aos amigos de longa data, do curso de zootecnia, do mestrado, do doutorado e da vida... pela amizade, carinho e apoio moral (Taís, Lilian, Carol, Priscila, Daiana, Willian, Tarcio, Patricia, Lincon, Tatiane, Ossival, Diogo, Murilo, Renan, Camila, Tiago, Lala, Vinicius, Alyson, Pedro, Edmar, Shigueo, Pablo, Maicon, Thaysa, Odimari, Daniela, Eduardo, Fábio, Josiane);

A todos que de alguma forma ajudaram na conclusão deste

MUITO OBRIGADA!!!

BIOGRAFIA

GRACIELLE CAROLINE MARI, filha de Clóvis Mari e Geny Rodrigues, nasceu em Engenheiro Beltrão, Estado do Paraná, no dia 22 de Agosto de 1985.

Em Agosto de 2003 ingressou no curso de Zootecnia e em dezembro de 2007, concluiu o curso de zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Em março de 2011, ingressou no curso de pós-graduação em zootecnia, em nível de Mestrado, na área de Forragicultura e Manejo de Pastagens, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação do Prof^o. Dr. Ulyses Cecato. No dia 05 abril de 2013 submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de Mestrado, obtendo o título de Mestre em Zootecnia.

Em Março de 2013, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em Nível de Doutorado, na área de Forragicultura e Manejo de Pastagens, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, sob a orientação do prof^o Dr. Ulyses Cecato. No dia 23 de Fevereiro de 2017 submeteu-se à banca para defesa da Tese de Doutorado, obtendo o título de Doutora em Zootecnia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE GRÁFICOS.....	xv
RESUMO GERAL.....	xiv
GENERAL ABSTRACT.....	xxi
I – INTRODUÇÃO GERAL.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
II - ACÚMULO DE FORRAGEM E SISTEMA RADICULAR DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS INCORPORADO OU NÃO AO SOLO.....	42
Resumo	42
Abstract	43
Introdução	44
Materiais e Métodos	45
Resultados e Discussão	48
Conclusões	57
Referências Bibliográficas	58
Figuras, Gráficos e Tabelas.....	61
III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS, INCORPORADO OU NÃO AO SOLO.....	67
Resumo	67
Abstract	68
Introdução	69
Materiais e Métodos	71

Resultados e Discussão	74
Conclusões	82
Referências Bibliográficas	83
Figuras, Gráfico	86
IV - CORRELAÇÃO ENTRE MONOLIGNÓIDES E A DIGESTIBILIDADE DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS E INCORPORADO OU NÃO AO SOLO.....	93
Resumo	93
Abstract	94
Introdução	95
Materiais e Métodos	96
Resultados e Discussão	99
Conclusões	107
Referências Bibliográficas	108
Figuras, Gráficos e Tabelas.....	110

LISTA DE TABELAS

II - ACÚMULO DE FORRAGEM E SISTEMA RADICULAR DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS INCORPORADO OU NÃO AO SOLO		41
	Página	
Tabela 1	Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.	61
Tabela 2	Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013.....	61
Tabela 3	Datas e números de cortes do capim Marandu de acordo com os tratamentos aplicados, durante o período experimental.....	62
Tabela 4	Acúmulo de matéria seca (AMS) e acúmulo de matéria seca total (AMSt) do capim Marandu fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	62
	...	
Tabela 5	Composição morfológica, em percentagens, e o índice de área foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	63
Tabela 6	Produção de biomassa radicular (BR) do capim Marandu com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	64
Tabela 7	Quantidade de nitrogênio total (Nt) e de carboidratos não estruturais totais (CNE) do capim Marandu com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	66
III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS, INCORPORADO OU NÃO AO SOLO		41
Tabela 1	Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.	86
	..	
Tabela 2	Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013.....	86
	..	

Tabela 3	Concentrações de proteína bruta das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	87
Tabela 4	Concentrações fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	88
Tabela 5	Concentrações de lignina em detergente ácidos das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	89
Tabela 6	Concentração de macronutrientes no tecido foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	90
Tabela 7	Concentração de micronutrientes no tecido foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.....	92

IV - CORRELAÇÃO ENTRE MONOLIGNÓIDES E A DIGESTIBILIDADE DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS E INCORPORADO OU NÃO AO SOLO 41

Tabela 1	Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.	110
Tabela 2	Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013..... ..	111
Tabela 3	Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	111
Tabela 4	Composição monomérica da lignina, nas unidades Siringila (S), Guaiacila (G) e p-hidroxifenila (H), miligramas de monômero mg-1 de parede celular, e a razão entre a siringila e a guaiacila na fração folhado capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	112
Tabela 5	Composição monomérica da lignina, nas unidades Siringila (S), Guaiacila (G) e p-hidroxifenila (H), miligramas de monômero mg-1 de parede celular, e a razão entre a siringila e a guaiacila na fração colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.....	113

Tabela 6	Coeficiente de correlação de Pearson entre unidades monoméricas da lignina siringila (S), guaiacila (G) e p-hidroxifenila (H) e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), das frações folha(f) e colmo(c) do capim Marandu.....	114
..		

LISTA DE FIGURAS

II - ACÚMULO DE FORRAGEM E SISTEMA RADICULAR DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

4

1

Página

Figura 1 Dados climatológicos durante o período experimental..... 63

III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS, INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

Figura 1 Dados climatológicos durante o período experimental.....87 41

IV - CORRELAÇÃO ENTRE MONOLIGNÓIDES E A DIGESTIBILIDADE DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS E INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

Figura 1 Dados climatológicos durante o período experimental.....114 41

LISTA DE GRÁFICOS

II - ACÚMULO DE FORRAGEM E SISTEMA RADICULAR DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

41

- Gráfico 1 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a percentagem de lâmina foliar verde (%F) do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....65
- Gráfico 2 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a produção de biomassa radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....65
- Gráfico 3 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para quantidade de nitrogênio total do sistema radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação do outono (A) e da primavera (B).....66
- Gráfico 4 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para quantidade de carboidratos não estruturais totais do sistema radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....68

III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS, INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

41

- Gráfico 1 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de LDAc do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....91
- Gráfico 2 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de ferro na fitomassa do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....92
- Gráfico 3 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de zinco na fitomassa do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....92

IV - CORRELAÇÃO ENTRE MONOLIGNÓIDES E A DIGESTIBILIDADE DO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE POEDEIRAS E INCORPORADO OU NÃO AO SOLO

41

- Gráfico 1 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a digestibilidade in vitro da matéria seca da lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação do inverno.....114
- Gráfico 2 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero guaiacila da lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.....115

- Gráfico 3 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação a quantidade do monômero *p*-hidroxofenila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).....116
- Gráfico 4 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação a quantidade do monômero *p*-hidroxofenila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).....116
- Gráfico 5 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a razão entre a quantidade do monômero siringila e guaiacila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).....117
- Gráfico 6 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero guaiacila no colmo+bainha do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do outono(A) e da primavera(B).....118
- Gráfico 7 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero siringila no colmo+bainha do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).....118
- Gráfico 8 Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero siringila no colmo+bainha do capim Marandu em

solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).....119

RESUMO GERAL

O objetivo foi avaliar o acúmulo de matéria seca, a produção de biomassa radicular, a quantidade de compostos de reservas nas raízes e a composição morfológica e química, do capim Marandu fertilizado com esterco de galinha poedeira, em solo com ou sem escarificação a 0,2m. O período experimental foi de 20 de dezembro de 2013 a 21 de dezembro de 2014, e o estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições num arranjo fatorial $5 \times 2 + 1$, com cinco doses P (0, 25, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e um tratamento adicional com adubação química. A adubação e a escarificação do solo foram realizadas em 20 de dezembro de 2013. O acúmulo de matéria seca (AMS) foi obtido, subtraindo-se a MS disponível no pré-corte, da MS do resíduo do corte anterior. Foi realizada a separação dos componentes morfológicos da forragem, nas frações lâminas foliares verdes (f), colmos + bainhas verde (cb) e material morto (mm). Posteriormente foram analisados os teores de proteína bruta (PB), as frações fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e o teor de lignina foi em solução de ácido sulfúrico obtendo-se assim a lignina detergente ácido (LDA). As frações f e cb foram avaliadas quanto a composição monomérica da lignina, pela oxidação com nitrobenzeno. As amostragens de tecido foliar (TF) foram realizadas a cada 90 dias. Posteriormente foram analisados via espectrometria de absorção atômica concentrações de magnésio (Mg), cálcio (Ca), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn); via espectrofotometria de UV-VIS para o fósforo (P) e via fotômetro de chama o potássio (K). O nitrogênio (N) total foi quantificado pelo método Kjeldahl. As amostras do sistema radicular foram realizadas uma vez por estação, e foi analisado o peso, a concentração de N total e a de carboidratos não estruturais. Não houve efeito para o manejo de solo, e a adição das doses de EGP de 25 kg de P ha⁻¹, 50 kg de P ha⁻¹, 100 kg de P ha⁻¹, 150 kg de P ha⁻¹ incrementou em 241%, 300%, 361% e 476%, respectivamente, em relação a testemunha, e 356% para o tratamento químico. Na composição morfológica, a percentagem de folhas foi superior para os tratamentos 50 kg de P ha⁻¹, 100 kg de P ha⁻¹, 150 kg de P ha⁻¹ de EGP, sendo que para os tratamentos com doses de 50 kg de P ha⁻¹, o químico foi inferior ao orgânico. A percentagem de como+bainha não foi influenciada pelos tratamentos aplicados, e o índice de área foliar foi maior nas parcelas adubadas, principalmente para a 150 kg de P ha⁻¹. Para o sistema radicular, os tratamentos diminuíram as proporções de biomassa radicular.

A quantidade de reservas, a porcentagem de nitrogênio total e a quantidade de carboidratos não estruturais, aumentaram com a inclusão de adubação. A PB das laminas foliares e dos colmos foram incrementadas com o uso de adubação, principalmente na dose de EGP (150). As concentrações de FDN e diminuíram com a utilização de esterco de galinha. A lignina da folha apresentou efeito apenas para a estação do verão, e a lignina do colmo apresentou os maiores valores nas parcelas mais adubadas. O nitrogênio total apresentou as maiores médias nas doses de EGP(100) e EGP(150). O fósforo teve elevação de seus níveis em relação à testemunha, principalmente nas doses EPP(50), EGP(100) e EGP(150). O potássio teve suas concentrações elevadas pelas adubações, principalmente nas estações de outono e inverno. O ferro não apresentou efeito nas estações de verão, outono e inverno, e interação entre os tratamentos na estação da primavera. O Manganês somente apresentou efeito no verão, sendo as maiores concentrações na dose EGP(150). As concentrações de zinco apresentaram interação na estação da primavera, sendo as maiores concentrações na dose EGP(150). Para a DIVcb, nas estações de verão, outono e primavera ocorreu efeito para adubação. Para a DIVf, houve efeito para de adubação nas estações de verão, outono e primavera, e interação entre os tratamentos o inverno. O monômero Gf, Sf e Hf apresentaram alterações em suas concentrações quando adubados. A relação S:G da fração folha (Sf:Gf) apresentou efeito para as adubações nas estações de verão e outono. No inverno houve efeito quadrático e positivo até o tratamento de EGP(150) e apresentou as maiores médias para o tratamento sem incorporação ao solo. O monômero Gcb, Scb e Hcb foram influenciados pelas adubações. Para a RSc:Gc, foi observado apenas efeito isolado para as adubações. O verão apresentou menores valores no EGP(150), e as maiores para EGP(25) e NPK(50); para o outono, as maiores proporções foram observadas para os tratamentos EGP(25), EGP(50) e EGP (150). Para o inverno, o EGP(0), foi o tratamento que apresentou os menores valores em comparação aos demais, e na primavera, as maiores relações S:G foram observadas nos tratamentos EGP(25) e EGP(150). Foi constatada correlação significativa e baixa entre a quantidade de Gf e a DIVMSf, e para Gc e DIVMSc para o tratamento EGP(50), sendo essa uma relação de grandeza negativa para a DIVMSf e para a DIVMSc. O tratamento NPK(50) apresentou uma correlação positiva e significativa para a concentração do Sc.

Palavras chave: adubação orgânica, *Brachiaria brizantha*, forragicultura, guaiacila, hidroxifenila, siringila

GENERAL ABSTRACT

The objective was to evaluate the dry matter accumulation, the root biomass production, the amount of reserve compounds in the roots and the morphological and chemical composition of the Marandu grass fertilized with laying hen manure in soil with or without scarification at 0, 2 m. The experimental period was from December 20, 2013 to December 21, 2014, and the study was conducted at the Experimental Farm of the State University of Maringá. The experimental design was a randomized block design with four replicates in a 5 x 2 +1 factorial arrangement, with five P doses (0, 25, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) and an additional treatment with chemical fertilization. Soil fertilization and scarification were carried out on December 20, 2013. The dry matter accumulation (AMS) was obtained by subtracting the available MS in the pre-cut of the MS of the residue from the previous cut. Separation of the morphological components of the forage was carried out in green leaf blades (f), stems + green sheaths (cb) and dead material (mm). Afterwards, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FAD) fractions were analyzed and the lignin content was dissolved in sulfuric acid solution to obtain acid detergent lignin (LDA). The fractions f and cb were evaluated for the monomer composition of lignin by oxidation with nitrobenzene. The foliar tissue samples were collected every 90 days. Subsequently, concentrations of magnesium (Mg), calcium (Ca), copper (Cu), manganese (Mn), iron (Fe) and zinc (Zn) were analyzed by atomic absorption spectrometry; Via UV-VIS spectrophotometry for phosphorus (P) and via potassium flame photometer (K). Total nitrogen (N) was quantified by the Kjeldahl method. The samples of the root system were performed once per season, and the weight, total N concentration and non-structural carbohydrates were analyzed. There was no effect for soil management, and the addition of EGP doses of 25 kg of P ha⁻¹, 50 kg of P ha⁻¹, 100 kg of P ha⁻¹, 150 kg of P ha⁻¹ increased 241%, 300%, 361% and 476%, respectively, in relation to the control, and 356% for the chemical treatment. In the morphological composition, the percentage of leaves was higher for the treatments 50 kg of P ha⁻¹, 100 kg of P ha⁻¹, 150 kg of P ha⁻¹ of EGP, being that for the treatments with doses of 50 kg of P ha⁻¹, the chemical was lower than the organic one. The percentage of as + sheath was not influenced by the applied treatments, and the leaf area index was higher in the fertilized plots, mainly for 150 kg P ha⁻¹. For the root system, the treatments decreased the proportions of root biomass. The amount Of reserves, the percentage of total nitrogen and the amount of non - structural carbohydrates, increased with the inclusion of fertilization. The CP of leaf blades and stems were increased with the use of

fertilization, mainly in the EGP dose (150). The concentrations of NDF and decreased with the use of chicken manure. Leaf lignin presented only effect for the summer season, and stem lignin presented the highest values in the most fertilized plots. Total nitrogen had the highest mean values for EGP (100) and EGP (150). Phosphorus levels increased in relation to the control, mainly in the EPP (50), EGP (100) and EGP (150) doses. The potassium had its concentrations high by fertilization, especially in the autumn and winter seasons. Iron had no effect on the seasons of summer, autumn and winter, and interaction between treatments in the spring season. Manganese had only effect in the summer, with the highest concentrations at the EGP dose (150). Zinc concentrations showed interaction in the spring season, with the highest concentrations at the EGP dose (150). For the DIVcb, in the seasons of summer, autumn and spring occurred effect for fertilization. For the DIVf, there was effect for fertilization in the seasons of summer, fall and spring, and interaction between winter treatments. The monomer Gf, Sf and Hf showed changes in their concentrations when fertilized. The S: G ratio of the leaf fraction (Sf: Gf) had an effect on fertilization in the summer and autumn seasons. In winter there was a quadratic and positive effect until the treatment of EGP (150) and presented the highest averages for the treatment without incorporation to the soil. The monomer Gcb, Scb and Hcb were influenced by fertilization. For RSc: Gc, only isolated effect for fertilization was observed. The summer had lower values in the EGP (150), and the higher values for EGP (25) and NPK (50); (25), EGP (50) and EGP (150). For winter, the EGP (0) was the treatment with the lowest values in comparison to the others, and in the spring, The highest S: G ratios were observed in the EGP (25) and EGP (150) treatments. A significant and low correlation was observed between the amount of Gf and DIVMSf, and for Gc and DIVMSc for the EGP treatment (50). The NPK treatment (50) showed a positive and significant correlation for the concentration of Sc.

Key words: organic fertilization, *Brachiaria brizantha*, forage crops, guaiacila, hydroxyphenyl, siringila

I-INTRODUÇÃO GERAL

No mundo, as pastagens possuem uma importância econômica e social indiscutível para a sobrevivência da humanidade, pois por milênios vêm garantindo a produção de carne, leite, couro, lã, entre outros produtos indispensáveis ao homem. Dada a sua importância, a extensão territorial que elas ocupam é imensa, compondo aproximadamente 25% da superfície terrestre e ocupando cerca de 70% das áreas agricultáveis do mundo (DUBEUX Jr. et al., 2011).

Em regiões tropicais a produção de ruminantes é basicamente dependente do consumo de volumosos oriundos das pastagens, sejam elas nativas ou cultivadas (COMASTRI FILHO et al., 2008). Nosso país é detentor do maior rebanho comercial bovino do mundo, com aproximadamente 207 milhões de animais, e estes são criados em, aproximadamente, 174 milhões de hectares de pastagens (IBGE, 2010), viabilizando a competitividade brasileira e possibilitando a produção de forma natural, com respeito ao ambiente e aos animais (TEIXEIRA et al. 2011). O forrageamento dos ruminantes em pastagens é a alimentação mais barata e mais adequada à sua fisiologia, pois estes animais evoluíram sob esse regime alimentar, modificando sua morfologia para adaptarem-se a apreensão e digestão de materiais fibrosos de forma eficiente.

A produtividade, a composição morfológica e química da forragem produzida são fatores cruciais para garantir a alimentação dos animais de forma correta, suprimindo a demanda dos rebanhos tanto em quantidade quanto em qualidade. A quantidade de massa de forragem que determinada espécie acumulará durante um período depende das características intrínsecas da forrageira cultivada e de fatores abióticos, como o clima e a fertilidade do solo. A qualidade da forragem está relacionada à disponibilidade de nutrientes para a planta e ao ponto de coleta (pastejo).

Muitos tipos de plantas podem ser cultivados para servirem de alimento para os animais, sendo as gramíneas as mais importantes neste aspecto, destacando-se em nosso país as gramíneas tropicais, dadas as características edafoclimáticas do Brasil. Dentre as gramíneas forrageiras disponíveis para compor os sistemas pastoris, o gênero *Brachiaria* tem a supremacia nas áreas de cultivo das pastagens brasileiras. Devido a sua importância para a produção animal a pasto, essas gramíneas estão sendo avaliadas em diversas pesquisas no Brasil (COSTA et al., 2008; SILVA et al. 2012; EGUCHI et al. 2015; EGUCHI et al. 2016), envolvendo principalmente temas como manejo e adubações.

O capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) é a espécie forrageira mais utilizada pelos pecuaristas, e por isso representa aproximadamente 70% das áreas de pastagens cultivadas no Brasil (HEINRICHS et al. 2012). Buscando uma forrageira que pudesse aumentar a variabilidade de espécies cultivadas no país e diminuir os problemas relacionados ao ataque de insetos-pragas, já que na época as pastagens eram principalmente compostas de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis*, muito susceptíveis ao ataque destes, em 1984 foi lançado o capim Marandu pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O nome Marandu, dado ao cultivar, significa “novidade” no idioma Guarani, sendo a mesma uma alternativa principalmente para a região dos Cerrados (NUNES et al., 1985), indicada principalmente para locais de alta incidência de cigarrinha das pastagens (ROSA et al., 2000; CARDONA et al., 2004; PABÓN et al., 2007). O capim Marandu pode ser diferenciado de outros ecotipos de *Brachiaria brizantha*, pela associação obrigatória das seguintes características: planta sempre robusta e com intenso perfilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos; presença de pilosidades na porção apical dos entrenós; bainhas pilosas e lâminas largas e longas com pilosidade apenas na face inferior e com margens não cortantes, raque sem pigmentação arroxeadada e espiguetas ciliadas no ápice. Como outras características

agronômicas, a forrageira apresenta boa cobertura de solo e tolerância ao sombreamento. Além disso, possui um alto potencial de resposta à adubação e alto potencial produtivo. Porém, não se adapta a solos mal drenados, e possui moderada tolerância à seca (VALLE et al., 2000).

Apesar das forrageiras serem a base para a produção de bovinos, segundo Cecato et al. (2014), cerca de 60 milhões de hectares de pastagens apresentam-se degradadas ou com algum grau de degradação, e esse processo gera escassez de alimento, culminando em baixos índices zootécnicos, tornando a produção animal nacional ineficiente, além de serem responsáveis por grandes áreas de solo degradado. Uma das principais causas desta degradação é o esgotamento da fertilidade do solo, que devido à intensa extração de nutrientes, sem a devida reposição. Porém este não é um fato isolado, pois erros no estabelecimento e na formação das pastagens, a superlotação dos piquetes, a compactação dos solos, o aparecimento de doenças, insetos-praga e a ocorrência de plantas daninhas também afetam a produtividade e a persistência das pastagens, causando a degradação das mesmas.

Segundo Dias Filho (2007), a sustentabilidade de pastagens tropicais cultivadas está relacionada principalmente com o manejo do solo baseado em práticas que maximizem a ciclagem de nutrientes, minimize suas perdas, e priorize a adição desses nutrientes via adubações periódicas, e também o aumento da matéria orgânica, que normalmente apresenta níveis baixos. Sendo assim, torna-se fundamental a adoção de práticas de manejo que possam atender a essa necessidade, já que as áreas de pastagens das regiões tropicais são compostas por solos naturalmente ácidos e pobres em nutrientes e matéria orgânica. Na maioria das áreas da região noroeste do Paraná os solos são classificados como Latossolos, que normalmente apresentam baixos teores de fósforo (P), enxofre (S), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), além de elevada acidez e altos

teores de alumínio (Al) (LEHMANN et al., 2001). A baixa disponibilidade do P nos solos é um dos principais limitantes da produção das plantas forrageiras (LIMA et al., 2007), já que este nutriente está diretamente ligado ao desenvolvimento do sistema radicular e do perfilhamento das gramíneas (CECATO et al., 2008).

O P é muito pouco disponível em condições de pH baixo em razão da sua retenção com ânion fosfato na superfície dos óxidos que são positivamente carregadas. Diante de tais fatos, e sabendo-se que a produção vegetal das pastagens está aquém do potencial produtivo das forrageiras cultivadas, a adoção da adubação de pastagens faz-se crucial para elevar o patamar da produtividade da pecuária nacional.

Porém, tão importante quanto repor e/ou aumentar a quantidade de nutrientes disponíveis no solo, a fim de aumentar a produção vegetal, via adubação, é manter seu equilíbrio quanto à exigência nutricional das plantas. Todos os nutrientes são importantes para o crescimento e desenvolvimento das forrageiras. Os macronutrientes são ainda divididos em primários e secundários. O nitrogênio (N), o P e o K são macronutrientes primários, sendo que o N destaca-se por interferir grandemente na qualidade e quantidade de forragem, sendo ele de todos os nutrientes em pastagens estabelecidas com gramíneas, o segundo fator mais limitante (o primeiro sendo a água) para o desenvolvimento das forrageiras (MONTEIRO & CONSOLMAGNO NETO et al., 2004). O P por seu papel crucial no desenvolvimento do sistema radicular e na absorção de outros nutrientes; e o K pelo funcionamento fisiológico da planta (CECATO et al. 2014). Os macronutrientes secundários são o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg). O Ca faz parte de moléculas essenciais e possuem função estrutural nas plantas, o Mg faz parte da molécula da clorofila e o S é um dos componentes básicos da proteínas.

Os micronutrientes são indispensáveis ao bom funcionamento fisiológico das plantas, e são principalmente o enxofre (S), o manganês (Mn), o ferro (Fe), o zinco (Zn)

e o cobre (Cu). Quando as plantas não têm a disponibilidade adequada de nutrientes, elas podem apresentar sinais destas deficiências. Outros elementos como o Fe, o Zn e o Cu são considerados de baixa redistribuição nos tecidos vegetais. Os micronutrientes possuem uma importância singular na fisiologia das plantas forrageiras, porém pode ser tóxicos quando em altas concentrações no solo. Alguns trabalhos constataam uma variabilidade nas porções de micronutrientes na parte aérea da planta, sendo essa variabilidade decorrente do grau de inclusão dos mesmos no solo via adubação (SILVA et al. 2011; EGUCHI et al. 2015). Além da quantidade de nutrientes do solo, também devemos observar sua disponibilidade para serem absorvidos pelas plantas, que é altamente influenciada pelo pH do solo, o teor de matéria orgânica e as reações de oxirredução. A faixa ótima de pH no solo para uma maior e mais adequada disponibilidade dos nutrientes está entre 5,5 e 6,5. Os macronutrientes têm sua maior disponibilidade em pH próximo ao neutro (pH entre 6,0 – 6,5), e para valores abaixo de 5,5 ocorrem um desbalanço de nutrientes no solo, havendo uma queda na disponibilidade dos macronutrientes e um potencial excesso de micronutrientes que são potencialmente fitotóxicos, como Al e Mn. Em solos com pH mais ácidos, observa-se que os micronutrientes, com exceção para o Mo, têm sua disponibilidade aumentada (MALAVOLTA, 1979).

A adubação das pastagens com o uso da fertilização química causa grandes incrementos no rendimento forrageiro e melhora a composição morfológica pasto (CECATO et al., 2014). Isso implica no acréscimo da capacidade de suporte das pastagens e dietas mais nutritivas aos ruminantes, culminando em índices zootécnicos mais eficientes. Porém o uso da prática de adubação de pastagens pelos pecuaristas ainda é influenciada, e além disso, o uso dos insumos agrícolas está cada vez mais oneroso, o que dificulta ainda mais a adoção desta prática pelos pecuaristas.

Além do alto valor, existe ainda o fator mercadológico, que pressiona e influencia os processos produtivos do mercado da carne. De acordo com a nova visão do mercado consumidor, a produção animal necessita ser realizada em bases ambientalmente corretas, com diretrizes voltadas à sustentabilidade e ao bem estar animal, sob pena de ter prejuízo econômico direto, em especial junto aqueles segmentos consumidores que buscam produtos certificados e, indiretos, pela manutenção de imagem vinculada à degradação do meio ambiente.

Sob esta nova ótica, uma prática passível de ser adotada é a o uso de adubação com resíduos orgânicos, que além de diminuir/sanar o déficit nutricional das plantas, encaixa-se no quadro de boas práticas ecológicas de manejo de dejetos da produção animal e vegetal. Quando este tipo de adubação é utilizado, adiciona-se ao sistema um *pool* de macro e micronutrientes, juntamente com matéria orgânica, o que promove um acréscimo destes em todo o sistema solo-planta-animal. Neste contexto, além de auxiliar na redução do uso dos adubos químicos, pode substituí-los, a depender do manejo utilizado, ainda existe o apelo ecológico de se dar um correto destino aos subprodutos, tanto da produção vegetal quanto animal, diminuindo o impacto poluidor dos mesmos no ambiente.

Dentre os variados tipos de adubos orgânicos, uma alternativa para fertilizar os solos sob pastagens seria o uso de esterco de galinha poedeira (EGP), importante fonte de macro e micronutrientes. Além de ser uma fonte alternativa com baixo custo comparada à adubação química, o plantel de aves nacional e sua distribuição em diversas regiões do país viabilizam seu uso. Com relação à sua disponibilidade, em 2015, o efetivo plantel de galinhas de postura era de 91,2 milhões (ABPA, 2016), e considerando a estimativa de Moreng & Avens (1990) de que 100.000 poedeiras produzem aproximadamente 12 toneladas de esterco dia⁻¹, foram gerados em 2015

aproximadamente 1094 toneladas dia⁻¹ de esterco de aves de postura. O EGP é constituído por matéria orgânica particulada e dissolvido como polissacarídeos, lipídios, proteínas, ácidos graxos voláteis e elevado número de componentes inorgânicos.

Para adubar pastagens com o EGP, é necessário realizar uma análise prévia do material, pois esse subproduto pode ter uma composição variável, de acordo com a alimentação que é ofertada às aves e ao tempo de armazenamento do material. A quantidade a ser aplicada na pastagem depende de sua composição de nutrientes, da fertilidade natural do solo e das exigências nutricionais da cultura (CQFS-RS/SC 2004). Em uma compilação de dados de análises de EGP, que compreendeu oito trabalhos publicados entre 1985 ao ano 2000, a SIMS (1995) apontou uma variação dos macronutrientes, sendo de 2,8 a 5% para o N; de 1,7 a 6% para o P; e de 1 a 2,7% para o K.

Além de incluir os macronutrientes de forma barata no sistema, outros fatores ligados ao uso do EGP são vantajosos para os pecuaristas, como a baixa relação carbono:nitrogênio (ENDALE et al., 2008), além da presença e de micronutrientes e de matéria orgânica (MOORE et al., 1995). Tão importante quanto quantificar os nutrientes para se calcular a dose a ser distribuída na área, será a prudência com relação à possibilidade de contaminação dos animais que irão pastejar posteriormente a forragem produzida na área adubada com dejetos de criação de outros animais. O EGP pode conter inóculos de patógenos, como da Encefalopatia Espongiforme Transmissível (EET), e áreas onde esse tipo de esterco foi aplicado deve ter o acesso restringido aos ruminantes por 40 dias, conforme a Instrução Normativa n° 25 de 23/07/2009, do Ministério da Agricultura, para que animais sejam protegidos de possíveis contágios.

O uso do EGP para a produção de forragem tem apresentado resultados promissores, e quando estudados em comparação a adubação química, sua aplicação tem

sido associada à melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (COSTA et al. 2009). Moura et al. (2012) compararam a utilização de cama de frango e de adubação química, em *Brachiaria decumbens*, e observaram semelhantes resultados entre os dois tipos de adubação. Silva et al. (2013) e Eguchi et al. (2015) utilizando doses de EGP para a adubação de capim Marandu, obtiveram aumento na produtividade do massa de forragem e na composição de nutrientes da planta. Porém o uso de adubações com resíduos orgânicos e as respostas da planta podem ser diferentes da esperada com o uso do adubo químico, já que se observa que a liberação de nutrientes em formas disponíveis às plantas depende do processo de mineralização (MALLORY, 2010).

A produção das pastagens, além de estar ligados a fatores genotípicos e fenotípicos, e a disponibilidade de nutrientes, dependem também do ambiente em que são cultivadas, principalmente da luz, temperatura e precipitação pluviométrica. Sendo assim, faz-se interessante estudar as respostas das plantas durante as estações do ano, pois as forrageiras tropicais apresentam estacionalidade de produção, tendo maior acúmulo de massa na época em que há condições mais favoráveis ao seu crescimento. Maranhão et al. (2010) relataram que durante o ano, a produção diária de MS diminuiu em média 74,3% do verão para o outono e, mais de 93,4% para inverno. A altura do dossel forrageiro diminuiu em média 20,1% do verão para o outono e de 49,6% para o inverno, também há redução da massa de folhas e colmos. Segundo Gerdes et al. (2000), trabalhando com adubação química, observaram produções de matéria seca do capim Marandu aos 35 dias, em corte único, em cada estação do ano que variaram entre 3,76 t/ha na primavera, 2,03 t/ha no verão, 1,19 t/ha no outono e 0,95 t/ha no inverno. Estas reduções são reflexos das reduções na precipitação pluviométrica e temperatura que limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Outro fator crucial para o sucesso da produção animal a pasto é o manejo do pastejo, sendo ele responsável pelo bom uso dos recursos forrageiros produzidos e pela persistência e a longevidade das pastagens. De acordo com Alexandrino et al. (2008), um dos maiores desafios para a utilização das espécies forrageiras é alcançar o equilíbrio entre a eficiência de colheita da biomassa de forragem, o não comprometimento da produtividade e a persistência do dossel forrageiro. Essas características derivam da capacidade da planta em reconstituir nova área fotossintética após a desfolhação. Os efeitos do manejo de corte ou pastejo resultam em alterações no índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, na quantidade de luz interceptada pelo dossel forrageiro (FERLIN, 2006). A interceptação luminosa (IL) está diretamente relacionada ao IAF. Assim, a busca de radiação pela planta age incrementando o rendimento forrageiro de forma gradual até chegar um ponto que começa a surgir sombreamento entre as estruturas da planta (autossombreamento). A estrutura do dossel é importante para o animal, por constituir a base de características estruturais que originam a composição morfológica do pasto e a acessibilidade dos animais no momento do pastejo (CARVALHO et al. 2005).

Pedreira et al. (2007), trabalhando com capim Xaraés e Giacomini et al. (2009), trabalhando com capim Marandu, observaram que o maior acúmulo de lâminas foliares foi obtido quando esses capins interceptavam 95% da luz e que a interrupção do período de rebrotação, além desse ponto, resultou em alterações indesejáveis na estrutura do dossel forrageiro, caracterizadas pelo acúmulo excessivo de colmo e material morto na massa de forragem no pré-pastejo. Portanto, para o capim Marandu, o melhor momento para o corte da forragem é quando o dossel atinge 95% de interceptação de luz (IL), garantindo, dessa forma, boa produtividade de forragem e alta qualidade na massa produzida (EUCLIDES et al. 2014).

Além dos aspectos quantitativos nos estudos de avaliações de plantas forrageiras, é de suma importância o estudo das proporções de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e da digestibilidade da forragem, a fim de conhecer a qualidade da pastagem produzida a ser ofertada aos animais. A determinação dos teores de fibra é fundamental, pois, quanto maior, menor será a digestibilidade, e quanto mais velhas forem estas forrageiras (maior intervalo de cortes), maiores os seus teores de fibra (ROCHA et al., 2002). O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) está relacionado com o mecanismo do consumo animal. Para Van Soest (1994), é muito importante ter conhecimento dos teores de FDN, pois teores acima de 55-60% na matéria seca correlacionam-se negativamente com o consumo da forragem. Baixos valores de FDN permitem ao animal consumir uma forragem de melhor qualidade.

Outro elemento que apresenta grande influência na qualidade da forragem é o teor de lignina. A proporção deste composto aumenta com o avançar da maturidade fisiológica das plantas, portanto é necessário que as forragens sejam consumidas quando os teores de lignina sejam baixos, em plantas relativamente jovens, e que ao mesmo tempo já tenham expressado todo o seu potencial produtivo (BARBERO et al., 2009).

Em pastagens adubadas há aumento da participação de massa seca de folhas na massa seca total, da formação de tecidos jovens, bem como o maior conteúdo celular, tudo isso normalmente leva a um aumento no teor de proteína bruta (PB) e melhora a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Ribeiro et al. (2008) encontraram em avaliações no verão e no inverno em plantas de capim Marandu, 9,4 e 4,5% de proteína bruta, 6,9 e 6,4% de cinzas, 68,4 e 75,7% de fibra em detergente neutro e 42,1 e 49,8% de fibra em detergente ácido, respectivamente.

A qualidade nutricional das forragens está intimamente relacionada à degradação da parede celular, pois esta é o principal constituinte dos tecidos vegetais, podendo compor até 80% da matéria orgânica e sua fermentação no rúmen é a principal fonte energética para a produção animal. Tanto o consumo, quanto a digestibilidade das forragens são influenciados pela proporção e pela resistência da parede celular à degradação durante o processo de digestão. A lignina é um dos componentes da parede celular dos vegetais e a sua estrutura não é totalmente conhecida. Ela é um polímero formado de monômeros fenólicos e, normalmente, é considerado como um dos principais componentes responsáveis pela queda da digestibilidade dos nutrientes das plantas forrageiras (VAN SOEST, 1994). A lignina é o terceiro material biológico mais abundante no planeta, superado apenas pela celulose e hemicelulose, e representa cerca de 15 a 25% da massa seca das plantas lenhosas. Esta macromolécula desempenha um papel vital no apoio mecânico e ligamento das fibras vegetais (SJÖSTRÖM, 1993).

Ligninas são heteropolímeros fenólicos, que são derivados principalmente de três álcoois hidroxicinamóil (monolignóis), que diferem entre si pelo grau de metoxilação (*p*-cumaril, coniferil e sinapil). Os monolignóis produzem, respectivamente, as unidades *p*-hidroxifenil (H; não metoxilado), guaiacil (G; monometoxilado) e siringil (S; di-metoxilado), quando são incorporados ao polímero da lignina (BOERJAN et al., 2003). As unidades monoméricas H, G e S podem apresentar diferentes proporções nas plantas, sendo altamente influenciadas pelo tecido vegetal de origem, pelo estágio de maturação e pelas características do ambiente (SALIBA et al.; DIXON et al., 2001). Com algumas exceções, a lignina das gramíneas é formada pelas unidades G e S e uma pequena quantidade da unidade H (VANHOLME et al., 2010). O monômero G é capaz de realizar uma série de ligações éster éter com as demais unidades, formando uma estrutura em rede, enquanto o monômero S realiza apenas ligações simples éster entre cada unidade,

formando uma estrutura linear (RALPH et al., 2004). Desta forma embora altas razões S:G sejam típicas de madeiras duras (angiospermas), este tipo de lignina é mais susceptível à degradação.

A lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, indisponibilizando os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis, diminuindo a digestibilidade da fibra, a qualidade e o aproveitamento da forragem (COSTA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2008). CASTRO et al. (2007), observaram aumentos nos teores de parede celular, decréscimo nos teores de proteína bruta (PB) e da digestibilidade, à medida que se prolongou o período idade entre cortes de 28 para 112 dias da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Existem evidências de que a proporção relativa das unidades S e G no polímero de lignina correlacionam-se com a degradabilidade da parede celular uma vez que, em função da possibilidade de realização de um maior número de ligações, a presença do monômero G confere ao polímero uma estrutura mais condensada (KISHIMOTO et al., 2010). Entretanto, Grabber (2005) não observou diferença na degradação da fibra quando as proporções de G e S nas plantas foram alteradas. De acordo com autor, a redução da digestibilidade com a maturidade da planta estaria relacionada a mudanças na estrutura e composição química da parede celular, sendo que as alterações nas relações H, S e G da lignina provavelmente não afetam diretamente a degradação da parede celular. Já Formalé et al. (2012), observaram melhora na digestão *in vitro* de plantas de milho quando a relação S:G foi reduzida sem alterar a concentração de lignina.

Na literatura normalmente os estudos em forragicultura são direcionados à parte aérea das plantas, não se dando o mérito necessário ao sistema radicular (MONTEIRO & CONSOLMAGNO NETO, 2008). O sistema radicular assume papel crucial nos sistemas de pastejo, uma vez que as raízes são responsáveis pelo aporte de água e nutrientes às

plantas, recebendo em troca produtos fotossintetizados e reguladores de crescimento (CECATO et al., 2004), e são ainda uma fonte importante de compostos de reserva.

Um sistema radicular vigoroso reduz o tempo de rebrota das plantas, diminuindo os ciclos de pastejo e elevando a produção anual da planta forrageira, além de aumentar a resistência das gramíneas ao estresse hídrico e sua competitividade por nutrientes (MONTEIRO & CONSOLMAGNO NETO 2008). Em estudos recentes Soares Filhos et al. (2013) e Eguchi et al. (2015), relatam que o crescimento da raiz é afetado pela concentração de nutrientes do solo, pela disponibilidade de água, pela condição física do solo e pelo manejo das plantas. Porém interpretações baseadas exclusivamente na biomassa de raízes, provenientes de coletas em épocas pontuais, não devem ser tomadas como verdade absoluta, pois não são capazes de refletir o acúmulo de raízes de ciclos de pastejos anteriores, já que a amostragem contabiliza tanto raízes vivas como mortas (DAWSON et al. 2000). Como o sistema radicular é dinâmico e depende das variações ambientais, espera-se que ocorram diferentes comportamentos ao longo do ciclo anual.

Cortes ou pastejos influenciam diretamente na área foliar das forrageiras. Quanto mais intenso for esse processo, mais dependentes serão as plantas dos seus compostos de reserva para que se reinicie a formação de tecidos fotossinteticamente ativos. Estudos com espécies forrageiras confirmaram a correlação entre os níveis de carboidratos não estruturais e vigor de rebrota (RODRIGUES, 2006), sendo este nível, reflexo do balanço energético da planta. Estudos recentes realizados por RIBEIRO et al. (2011); SOARES FILHO et al. (2013) têm focado o nitrogênio contido nas raízes, por se tratar de um fator fundamental à pronta rebrota da planta após o corte ou pastejo (CECATO et al. 2011). Cerca de 80% do nitrogênio presente na parte aérea, encontrado na primeira semana após o corte ou pastejo, pode ser proveniente da translocação a partir de raízes e hastes, e o restante tem origem na absorção do solo (CHAPMAN & LEMAIRE 1996).

Devido a estes fatos, o comportamento e a produção de biomassa do sistema radicular das plantas forrageiras ainda não foram completamente elucidados (BATISTA & MONTEIRO, 2006). Outro fator que dificulta seu estudo é a falta de padronização de metodologias de coleta dessas raízes. Segundo Costa et al. (2002), embora haja muitas metodologias não destrutivas, aquelas que removem um volume fixo do solo, são tidos como as de maior precisão e, de acordo com Silva et al. (2002), estudos existentes sobre sistema radicular de plantas forrageiras tropicais poucas vezes são conclusivos, quando interpretados por estatística, já que existe uma grande variabilidade dos dados.

Sob esta ótica, a produção animal a pasto deve levar em consideração todo o universo do processo, que é dinâmico, complexo e necessita de diferentes estratégias relacionadas aos objetivos a serem alcançados nos diferentes sistemas de produção.

Referências bibliográficas

- ALEXANDRINO, E.; DETMANN, E.; MOSQUIM, P. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VAZ, R. G. M. V. Evolução da biomassa e do perfil da reserva orgânica durante a rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 9, n. 2, p. 190-200, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório anual, ano 2016. Disponível em: http://abpa.com.br/storage/files/abpa_relatorio_anual_2016_ingles_web_versao_para_site_abpa_bloqueado.pdf. Acesso em 15 de julho de 2016.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-Marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1281-1288, 2006.
- BARBERO, L.M.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B. et al. Produção de forragem e componentes morfológicos em pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.788-795, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.
- BOERJAN, W.; RALPH, J.; BAUCHER, M. 2003. Lignin biosynthesis. **Annual Review of Plant Biology**, v. 54, p. 519–546
- CARDONA, C. et al. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: implications for breeding for resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 635-645, 2004
- CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre:
- CASTRO, G. H. F. et al. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 6, p. 1538- 1544, 2007
- CARVALHO, P.C.; GENRO, F.T.C.M.; GONÇALVES, E.N. et al. A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. **In: Reis, R.A. et al. (Eds) Simpósio sobre volumosos na produção de ruminantes, Jaboticabal, 2005. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 2005. p.107-124**
- CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. R.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J. A. N. Perfilhamento e características estruturais do Capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, p.1-7, 2008

- CECATO, U.; GALBEIRO, S.; PARIS, W.; SOARES FILHO, C.V.; TEIXEIRA, S. Uso do nitrogênio em pastagens. **In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO – I SIMPAPASTO**, Maringá, 2011. Anais. Maringá: Gráfica e Editora Sthampa, 2011. P117-164p.
- CECATO, U.; GALBEIRO, S.; SOARES FILHO, C. V.; RIBEIRO, A. M.; MARI, G. C. Adubação e manejo da pastagem em sistemas intensivos de produção. **In: ADUBAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS**. 1 ed. Birigui. 2014. 1-34p.
- UCECATO, U.; MARI, G.C.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; LINS, T.O.D.; PINHEIRO, A. Accumulation of dry matter and morphological composition of irrigated Mombaça grass with and without nitrogen fertilizer under grazing. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales** (2014) Volume 2, 27–28
- COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A.; CRISPIM, S.M.A. Atualização Metodológica Complementar para Avaliação de Germoplasma de Forrageiras: EMBRAPA, Documentos, 97, p.20, 2008
- COSTA, F.; PEREYRA, R.O.; PACIORNIK, S.; ABREU, J.B.R. Distribuição vertical das características morfológicas do sistema radicular de *Brachiaria humidicola*. **Pasturas Tropicales**, v.24, n.3, p.14-20, 2002
- COSTA, K. A. P. et al. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência Agrotecnológica**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007
- COSTA, S. E. V. G. de A.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. de; SILVA, T. O. da; SILVA, T. R. da. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1419-1427, 2008.
- COSTA, K. A. de P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I. P. de; SEVERIANO, E. da C.; OLIVEIRA, M. A.; Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.115-123, 2009.
- DAWSON, L.A.; GRAYSTON, S.J.; PETERSON, E. Effects of grazing in the roots and rhizosphere of grasses. **In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.; NABINGER, C. (Eds.). Grassland ecophysiology. In: grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.61-84.
- DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. Belém, 2011. p. 215
- DIXON, R. A.; CHEN, F.; GUO, D. et al. **The biosynthesis of monolignols: a "metabolic grid", or independent pathways to guaiacyl and syringyl units?**. *Phytochemistry*. v.7, n.57, p.1069-1084, 2001.
- DUBEUX Jr., J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. 2011. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista de Zootecnia**, v. 40, p. 280-290

- EGUCHI, E. S.; CECATO, U. , MUNIZ, A. S.; Productive and chemical characteristics of Marandu grass in response to poultry manure and soil chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 2015. v.19, n.6, p.527–533
- EGUCHI, E. S.; CECATO, U. , MUNIZ, A. S.; Physical and chemical changes in soil fertilized with poultry manure with and without chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 2016. v.20, n.4, p.316–321.
- ENDALE, D. M.; SHOMBERG, H. H.; FISHER, D. S.; JENKINS, M. B.; SHARPE, R. R.; CABRERA, M. L. No-till corn productivity in a Southeastern United States ultisol amended with poultry litter. **Agronomy Journal**, Madison, v.10, p.1401-1408, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; K, MONTAGNER, D. B.; FIGUEIREDO, G. R. ; LOPES, F. C. Alternatives for intensification of beef production under grazing. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, 2:48-50. 2014
- FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B. et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.2, p.344-352, 2006.
- FORNALÉ, S.; CAPELLADES, M.; ENCINA, A. et al. Altered lignin biosynthesis improves cellulosic ethanol production in transgenic maize plants down-regulated for cinnamyl alcohol dehydrogenase. **Molecular Plant**, 2012.v.5, p.817-830.
- GRABBER, J.H. 2005. How Do Lignin Composition, Structure, and Cross-Linking Affect Degradability? A Review of Cell Wall Model Studies. **Crop Sciences**. 45:820
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLAZZA, M.T.; POSSENTI, R.A.; SCHAMMASS, E.A.(2000) Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29:955-963.
- GIACOMINI, A.A.; Da SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C. V.; SOUZA JR, S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.A.; NASCIMENTO JR, D.(2009) Growth of marandupalisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, 66:733-741
- HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V.; CRUCCIOLI, C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; FRUCHI, V. M.; KODEL, F. J.; RODRIGUES, T. A. Doses and sources of nitrogen fertilizer and their effects on soil chemical properties and forage yield of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **Semina: Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1747-1756, 2012
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)**. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v. 38, p. 1-65, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: Ago 2016.

- KISHIMOTO, T.; CHIBA, W.; SAITO, K. Influence of syringyl to guaiacyl ratio on the structure of natural and synthetic lignins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.2, p.895-901, 2010
- LEHMANN, J.; CRAVO, M. S.; MACÊDO, J. L. V.; MOREIRA, A.; SCHROTH, G. Phosphorus management for perennial crops in central Amazonia upland soil. **Plant and Soil**, 2001. v. 237, p. 309-319.
- LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007. doi:10.5216/pat.v37i2.1834
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4a edição. São Paulo SP, Agronomia Ceres, 1979. 255 p.
- MALAVOLTA, MALLORY, E. B., GRIFFIN, T. S., PORTER, G. A. Seasonal nitrogen availability from current and past applications of manure. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, p. 351–360, 2010.
- MARANHÃO, C.M. de A.; BONOMO, P.; PIRES A.J.V. et al. Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.32, n.4, p. 375-384, 2010.
- MOORE JR., P. A.; DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; WOOD, C. W. Poultry manure management: Environmentally sound options. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.50, p.321-327, 1995.
- MONTEIRO, F.A.; CONSOLMAGNO NETO, D. Sistema radicular do capim- tanzânia adubado com potássio e magnésio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.810-818, 2008.
- MORENG, R. E.; AVENS J. S. **Ciência e produção de aves**. Department of Animal Science. Fort Collins: Colorado State University. 1990. 380p.
- MOURA, J. B.; MARASCA, I.; MENESES, L. A. da S.; PIRES, W. M.; MEDEIROS, L. C. Resistência a penetração do solo em pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens* sob aplicação de dejetos suínos e cama de frango. **Global Science and Technology**, v. 05, n. 03, p. 162–169, 2012
- NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. de O.; GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA CNPGC. Documentos, 21)
- PABÓN, A. et al. Response of resistant and susceptible *Brachiaria* spp. Genotypes to simultaneous infestation with multiple species of spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 6, p. 1896-1903, 2007.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (2007). Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar xaraés em resposta a estratégias de pastejo de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:281-287

- RALPH, J. R. D.; HATFIELD, S.; QUIDEAU, R. F.; HELM, J. H.; JUNG, H. J. 1994. Pathway of p-coumaric acid incorporation into maize lignin as revealed by NMR. **Journal of American Chemical Society**. 116: 9448
- RIBEIRO, O. L.; CECATO, U.; RODRIGUES, A. M.; FAVERI, J. C.; JOBIM, C.C.; LUGÃO, S.M. B. Biomassa radicular e reservas orgânicas em coarçosa consorciada ou não com Arachis pintoi, com e sem nitrogênio, sob pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, 2011. v.12, n.2, p.318-328.
- RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; MARI, L. J.; ZOPOLLATTO, M.; PAZIANI, S. F. Valor nutritivo de silagens de capim-Marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 7, p. 1176-1184, 2008.
- ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ROSA, B. Adubação Nitrogenada Em Gramíneas Do Gênero Cynodon. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.1, p.1-9, 2002.
- RODRIGUES, A. L. P. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004
- RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/ colmo e alguns índices de crescimento do Brachiaria brizantha cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394- 400, 2008.
- ROSA, B. et al. Composição química do feno de Brachiaria brizantha cv. Marandú tratado com diferentes proporções de uréia e de água. **Ciência Animal Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 107-113, 2000
- SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; MORAIS, S. A. L.; Piló-Veloso, D. Ligninas – métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural** . 2001, 31, 5.
- SILVA, A.P.; CORSI, M.; IMHOFF, S.D.C. Soil compaction versus cow- stocking rates on an irrigated grazing system. **Advances in Geoecology**, v.35, n.3, p.397-406, 2002.
- SILVA, J. M; PASSOS, A. L. R.; BELTRÃO, F. A. S. Análise espacial da densidade, umidade e resistência mecânica do solo à penetração sob sistemas de cultivo. **Revista de Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 3, p. 103-118, 2009.
- SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; LANA, R. M. Q.; LANA, Â.M. Q. Teores de micronutrientes em pastagem de Brachiaria decumbens fertilizada com cama de frango e fontes minerais. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 32-40, 2011.
- SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; LANA, R. M. Q.; LANA, Â.M. Q. Recycling of nutrients with application of organic waste in degraded pasture. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.2, pp. 405-414, 2012.

- SIMS, J. T. Organic wastes as alternative nitrogen sources. **In:** BACON, P. E. (Ed.). Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 487-535.
- SJÖSTRÖM, E. 1993. **Wood Chemistry: Fundamentals and Application**. Academic Press: Orlando, 293 p.
- SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. C.; JOBIM, C.C.; BELONI, T. Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2013. v. 34, n. 5, p. 2415-2426.
- TEIXEIRA, S.; BRANCO, A.F.; GRANZOTTO, F. et al. Fontes de fósforo em suplementos minerais para bovinos de corte em pastagem de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.190-199, 2011.
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. **In:** SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17., Piracicaba, 2000. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.
- VANHOLME, R.; DEMEDTS, B.; MORREEL, K.; RALPH, J.; BOERJAN, W. 2010. Lignin Biosynthesis and Structure. **Plant Physiology**, v.153, p. 895–905.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994.

II - Acúmulo de forragem e sistema radicular do capim Marandu fertilizado com esterco de poedeiras incorporado ou não ao solo

(Normas: Revista Brasileira de Zootecnia - ISSN 1806-9290)

Resumo - O objetivo deste estudo é avaliar o acúmulo de matéria seca e a composição morfológica da massa da forragem, e quantificar produção de biomassa, o nitrogênio total e os carboidratos não estruturais do sistema radicular *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, fertilizada com doses de esterco de poedeira, em solo com ou sem manejo de escarificação. O experimento foi realizado de dezembro de 2013 a dezembro 2014. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial 6X2, com seis tratamentos de adubação e dois de manejo de solo. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014). Os tratamentos foram: 0, 25, 50, 100 e 150kg de P ha⁻¹ com base na concentração de P contida no esterco de galinha poedeira (EGP), e um tratamento com NPK equivalente a dose de 50kg ha⁻¹ de P, e o manejo de solo com ou sem incorporação da adubação ao solo, via escarificação. Não houve efeito para o manejo de solo, e a adição das doses de EGP de 25 kg de P ha⁻¹, 50 kg de P ha⁻¹, 100 kg de P ha⁻¹, 150 kg de P ha⁻¹ incrementou em 241%, 300%, 361% e 476%, respectivamente, em relação a testemunha, e 356% para o tratamento químico. Na composição morfológica, a %F foi superior para os tratamentos 50 kg de P ha⁻¹, 100 kg de P ha⁻¹, 150 kg de P ha⁻¹ de EGP, sendo que para os tratamentos com doses de 50 kg de P ha⁻¹, o químico foi inferior ao orgânico. A %C não foi influenciada pelos tratamentos aplicados, e o índice de área foliar foi maior nas parcelas adubadas, principalmente para a 150 kg de P ha⁻¹. Para o sistema radicular, os tratamentos diminuíram as proporções de biomassa radicular, A quantidade de reservas, a porcentagem de nitrogênio total e a quantidade de carboidratos não estruturais, aumentaram com a inclusão de adubação.

Palavras chave: *Brachiaria brizantha*, composição morfológica, compostos de reservas, fósforo, índice de área foliar, raízes

ARTICLE 1 – Dry matter accumulation and root system of Marandu grass fertilized with laying manure, with or without incorporation into the soil

Abstract - The aim of this study was to evaluate the accumulation of dry matter and the morphological composition of the forage mass and to quantify biomass production, total nitrogen and non - structural carbohydrates of the root system *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, fertilized with doses of manure, on soil with or without scarification management. The experiment was carried out from December 2013 to December 2014. The experimental design was a randomized block with four replications in a 6X2 factorial arrangement, with six fertilization treatments and two soil management. The epochs of evaluation were divided into summer (2013/2014), autumn (2014), winter (2014) and spring (2014). The treatments were: 0, 25, 50, 100 and 150 kg of P ha⁻¹ based on the P concentration contained in laying hens manure (EGP), and a treatment with NPK equivalent to 50 kg ha⁻¹ dose of P, And the management of soil with or without incorporation of the fertilization to the soil, via scarification. There was no effect for soil management, and the addition of EGP doses of 25 kg of P ha⁻¹, 50 kg of P ha⁻¹, 100 kg of P ha⁻¹, 150 kg of P ha⁻¹ increased 241%, 300%, 361% and 476%, respectively, in relation to the control, and 356% for the chemical treatment. In the morphological composition, % F was higher for treatments 50 kg of P ha⁻¹, 100 kg of P ha⁻¹, 150 kg of P ha⁻¹ of EGP, and for treatments with doses of 50 kg of P ha⁻¹, the chemical was lower than the organic one. The % C was not influenced by the applied treatments, and the leaf area index was higher in the fertilized plots, mainly for 150 kg of P ha⁻¹. For the root system, the treatments decreased the proportions of root biomass. The amount of reserves, the percentage of total nitrogen and the amount of non structural carbohydrates increased with the addition of fertilization.

Key words: *Brachiaria brizantha*, , leaf area index, morphological composition, phosphorus, reserve compounds, roots

Introdução

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, sendo esses animais basicamente alimentados em pastagens (SANTANA et al. 2010). Dentre as diversas espécies cultivadas, as braquiárias representam aproximadamente 85% do total, e 70% destes são formadas por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (HEINRICHS et al. 2012). Apesar da importância das pastagens para a pecuária nos trópicos, erros de manejo são frequentes, principalmente decorrentes da falta de reposição de nutrientes do solo, que juntamente com outros fatores, causam a degradação das mesmas e conseqüentemente a baixa produtividade deste setor.

Os altos custos dos fertilizantes dificultam ou mesmo impedem a adoção da técnica de adubação das pastagens. Uma alternativa para viabilizar a fertilização dos solos é o uso subprodutos da produção animal e vegetal, como é o caso do esterco de galinhas poedeiras (EGP), que permite de forma econômica incrementar os teores de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K), de micronutrientes e de matéria orgânica (SILVA et al. 2012). Trabalhos recentes demonstram que doses de esterco de aves têm aumentado a produção de matéria seca de gramíneas (FIGUEIROA et al. 2012; SILVA et al. 2012; EGUCHI et al. 2015). Como estratégia de manejo conjunta à aplicação de adubação com EGP, pode-se realizar a escarificação do solo, para a incorporação superficial dos dejetos, pois de acordo com Colussi (2013), este processo pode auxiliar no fornecimento de nutrientes para as plantas.

A inclusão de nutrientes via adubação tem como objetivo aumentar a produção das forrageiras, sobretudo produção de lâminas foliares, a fim de garantir dietas de melhor qualidade aos animais. Em estudos, realizados por Iwamoto et al. (2014) e Pinheiro et al. (2014), os autores verificaram aumento na produtividade e na proporção de folhas para as gramíneas do gênero *Panicum* adubadas em relação às não adubadas.

Existem poucos estudos sobre o comportamento do sistema radicular de plantas forrageiras (CECATO et al. 2004). Além de absorver água e nutrientes, o sistema radicular é importante estrutura de armazenamento de reservas orgânicas, utilizadas logo após o corte, para restituir a área foliar residual. Diversos estudos demonstraram que a quantidade de compostos de reserva e a produção de biomassa radicular são modificadas pelo manejo de corte e pela quantidade de adubação utilizada (RODRIGUES et al. 2007; RIBEIRO et al. 2011; FABRICE et al. 2014).

Assim, o objetivou-se deste estudo quantificar o acúmulo de forragem, avaliar a composição morfológica da massa de forragem produzida, a produção de biomassa e os conteúdos de reserva no sistema radicular em capim Marandu, fertilizado com doses de esterco de poedeira, em solo manejado com ou sem incorporação do esterco

Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, localizada em 23° 25' de latitude sul e 51° 57' de longitude oeste, com uma altitude média de 550 metros. O tipo climático predominante da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen. O período experimental foi de 20 de dezembro de 2013 a 21 de dezembro de 2014. O volume pluviométrico total foi de 1.731,2 milímetros (mm) e não ocorreram geadas durante período do estudo (Figura 1).

O experimento foi instalado em área estabelecida com capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), em cultivo singular, sendo utilizada há aproximadamente 10 anos como área de pastejo. O tipo de solo da região é o Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) com textura arenosa média e os resultados da análise química e estas podem ser observados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial $5 \times 2 + 1$, com cinco tratamentos de adubação com doses de esterco de poedeira e dois tipos de manejo de solo, mais um tratamento adicional químico, usando NPK, com e sem manejo de solo. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014) e analisadas separadamente devido o delineamento utilizado. As adubações foram baseados na recomendação de fósforo (P) para manutenção das espécies forrageiras do grupo III, ao qual pertence o capim Marandu, segundo Oliveira (2003), de $50 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$, sendo as doses de P utilizadas foram: 0, 25, 50, 100 e $150 \text{ kg de P ha}^{-1}$ com base na concentração de P contido no esterco de galinha poedeira (EGP) (Tabela 2). Ainda foi adicionado ao trabalho um tratamento químico, com valores de NPK similares ao tratamento com EGP na dose de $50 \text{ kg de P ha}^{-1}$, sendo a fonte de N utilizada a uréia, a fonte de P o superfosfato triplo e a de K o cloreto de potássio. O manejo de solo proposto foi com ou sem a incorporação do EGP ou NPK, sendo realizada via escarificação mecânica a $0,2 \text{ m}$ de profundidade.

Portanto, os tratamentos utilizados foram: EPG(0): Ausência de adubação; EPGi(0). Ausência de adubação e incorporação; EGP(25) = 2.381 kg ha^{-1} de EGP; EGPi(25) = 2.381 kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(50) = 4.762 kg ha^{-1} de EGP; EGPi(50) = 4.762 kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(100) = 9.524 kg ha^{-1} de EGP; EGPi(100) = 9.524 kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(150) = $19.048 \text{ kg ha}^{-1}$ de EGP; EGP(150)i = $19.048 \text{ kg ha}^{-1}$ de EGP incorporado; NPK(50): 80 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 234 kg ha^{-1} de KCl; NPKi(50): 80 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 234 kg ha^{-1} de KCl incorporado.

Em 20 de dezembro de 2013 foi realizada a aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais, de 24 m^2 cada. A adubação química com P e para adubação orgânica com

doses de EGP, foram realizada com aplicação única. O N e K correspondentes ao tratamento químico foram parcelados e aplicados em três operações, a cada 30 dias, a partir do início do experimento. Após a aplicação dos adubos foi realizada a incorporação dos mesmos ao solo utilizando o implemento agrícola Tandem da marca IKEDA modelo DPT320M, nas parcelas correspondentes ao tratamento com esse manejo de solo.

Os cortes foram realizados a fim de simular uma situação de pastejo com lotação intermitente, considerando o ponto de corte 95% de interceptação luminosa (IL). Para mensurar o ponto de corte da forragem foi utilizado o aparelho *AccuPAR* modelo LP-80 PAR/LAI *Ceptometer*, duas vezes por semana, em quatro pontos por parcela. Quando o dossel forrageiro atingia aproximadamente 95% de IL, foram realizadas as coletas para a avaliação da forragem. O número de cortes por tratamentos e as respectivas datas estão apresentados na Tabela 3.

Para a amostragem da forragem foi utilizada uma moldura metálica de 0,25 m². Foram amostrados dois pontos da parcela com corte a 0,15m do solo. Após esta coleta, toda a área da parcela foi rebaixada a 0,15m e, na sequência, realizada a remoção manual da biomassa cortada. Em seguida, foram realizados mais dois cortes para mensurar o resíduo, realizando o corte rente ao solo. Após as coletas, as amostras foram pesadas frescas e, uma subamostra foi embalada e transferida para estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS). O acúmulo de matéria seca (AMS) foi obtido, subtraindo-se a MS disponível do corte a 0,15m do solo, da MS do resíduo do corte anterior. E outra subamostra foi encaminhada ao laboratório para separação de seus componentes morfológicos, obtendo-se as frações lâminas foliares verdes (F), colmos + bainhas verde (C) e material morto (M). Cada componente foi encaminhado para a secagem para a determinação da MS.

As amostragens para a avaliação de biomassa radicular (BR) foram realizadas a cada 90 dias, a partir do início do período experimental, em dois pontos de cada parcela. Para a realização das coletas foram utilizadas sondas metálicas com volume de 0,324m³, que foram inseridas no solo por ação mecânica até a profundidade de 0,40m. As amostras foram posteriormente lavadas em água corrente, utilizando peneira de malha de 2mm para coletar as raízes amostradas junto ao solo. Posteriormente, encaminhada para a secagem à sombra por 24 horas, pesada *in natura* e depois encaminhada para a secagem na estufa para determinação da MS. Para a determinação da MS. As amostras de BR foram moídas em moinho tipo Wiley (1mm). Foram analisados os teores de matéria seca definitiva em estufa (105 °C), nitrogênio total (Nt) pelo método micro Kjeldahl (AOAC, 1995) e os teores de carboidratos totais não estruturais (CNE) seguindo o método de Smith (1969), descrito por Silva (1981).

Os dados obtidos no estudo foram analisados separadamente em cada estação do ano, e submetidos a uma análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%, e interpretadas por meio de modelo de regressão linear utilizando-se o sistema computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2009).

Resultados e discussões

Foram obtidos de três a nove cortes, conforme as doses de adubações aplicadas ao solo (Tabela 3). No tratamento EGP(0), foi observado três cortes; para o EGP(25), cinco cortes; para os tratamentos EGP(50), EGP(100) e NPK(50), seis cortes cada; e nove cortes para o EGP(150). O número de cortes deste estudo é semelhante a dados recentemente publicados utilizando aplicação de esterco de aves em gramíneas (SILVA et al., 2013; EGUCHI et al., 2015). O manejo de incorporação dos adubos ao solo não influenciou no

número total de cortes, pois eles foram semelhantes dentro de cada tratamento de adubação. Na Tabela 3 é possível visualizar as datas dos cortes. Os tratamentos apresentaram variações no intervalo entre cortes e em sua distribuição, apesar de estarem sob a mesma condição de manejo. Esse comportamento deve-se principalmente ao maior aporte de nutrientes nos tratamentos com maiores doses de EGP e a variabilidade climática (Figura 1), havendo uma maior concentração dos cortes nas estações de verão e primavera, períodos com melhores condições para o crescimento das gramíneas tropicais.

Os dados para acúmulo de matéria seca (AMS) e para acúmulo de matéria seca total (AMSt) estão apresentados na Tabela 4. Para o AMS não houve interação entre os tratamentos e a incorporação da adubação ao solo, e não foi observado efeito isolado para a incorporação da adubação ao solo para nenhuma das estações avaliadas. Esses resultados corroboram com o estudo de Colussi (2013) que verificou que o fator de manejo do solo, sem e com escarificação, não apresentou diferença na produção de massa acumulada de capim Tifton 85, porém diferem dos dados apresentados por Eguchi et al. (2015), que verificaram efeito para o AMS quando o solo foi escarificado, em capim Marandu adubado com EGP. Bomfim et al. (2003), avaliando *Brachiaria decumbens*, com o uso de arado e escarificador de disco, observaram que os tratamentos físicos foram negativos para o crescimento das gramíneas, pois eles desconfiguram o dossel forrageiro e tem um impacto negativo no sistema radicular.

Foi observado efeito isolado para a adubação em todas as estações avaliadas. Os maiores AMS, independente da estação, foram observados para a dose EGP (150), e os menores para a testemunha. As parcelas adubadas com EGP ou NPK foram mais produtivas que a testemunha em todas as estações avaliadas. Quando se comparam os dados dos tratamentos com quantidade similares de macronutrientes, NPK(50) e

EGP(50), as médias para o verão e outono não diferem entre si. Para as estações de inverno e primavera apresentaram resultados semelhantes entre si. O fato de não se observar diferença entre o uso de adubação química ou orgânica quando quantidades equivalentes de nutrientes são utilizadas também foi relatado por Araújo et. al (2008), que aplicou ao solo a mesma quantidade de NPK em tratamentos químico e orgânicos em seu trabalho.

Para o acúmulo de matéria seca total (AMSt) (Tabela 4), ocorreram incrementos de 283%, 339%, 446%, 561% e 349%, para os tratamentos EGP(25), EGP(50), EGP(100), EGP(150) e NPK(50), respectivamente, quando comparado ao EGP(0). Observando-se isoladamente o tratamento testemunha e a maior dose de EGP utilizada no estudo, que apresentou o maior acúmulo, verifica-se que houve um incremento de 19,67 toneladas de MS ha⁻¹. Esse resultado é inferior ao encontrado por Eguchi et. al (2015), que verificaram acréscimo de 26,53 toneladas de MS ha⁻¹, mas ficou próximo ao de Silva et al. (2012), que observaram incremento de 21,31 toneladas de MS ha⁻¹. Os baixos AMS observados nas parcelas não adubadas, mesmo em estações com condições climáticas favoráveis, revelam a realidade da produção das forrageiras no cenário nacional, que apresentam uma capacidade de suporte em torno de 0,63 UA/ha (PRIMAVESI, 2004).

Os crescentes AMSt obtidos, como aumento das doses de EGFP, podem ser atribuídos ao significativo aumento do metabolismo das plantas forrageiras, em função do aumento das quantidades de nutrientes disponíveis no solo (VITOR et al., 2009). É interessante observar também que os nutrientes adicionados via EGP apresentaram um AMSt semelhante quando comparam-se as doses similares de P (EGP(50) e NPK(50)), revelando a viabilidade de substituição parcial ou total da adubação química pela

adubação orgânica, com a vantagem econômica para o uso do EGP em comparação à adubação química convencional (ARAÚJO et al., 2011).

Os dados para a porcentagem de lâminas foliares verdes(%F), de colmo+bainha verdes(%CB) e de material morto (%MM), assim como os de índice de área foliar (IAF) estão apresentados na Tabela 5. Para a %F houve efeito para as adubações aplicadas e não foi observado efeito para o manejo de incorporação dos adubos ao solo. Foi observado interação entre o manejo de incorporação dos adubos ao solo e as adubações aplicadas apenas para a estação da primavera. A testemunha apresentou os menores valores, e dentre as estações avaliadas, e o inverno a menor %F. Para todas as estações avaliadas, as maiores %F pertenceram aos tratamentos com EGP(50), EGP(100) e EGP(150). A dose EGP(25) foi semelhante ao tratamento químico nas estações de verão, outono e primavera e inverno. Ao se observar esses resultados, nota-se que para a %F, a adubação orgânica apresentou resultados superiores aos da química, quando comparam-se os resultados dos tratamentos NPK(50) e EGP(50). Os maiores resultados para a adubação com EGP estão de acordo com Eguchi et al. (2015), que justificou o aumento da %F devido a maior disponibilidade de macro e micronutrientes no solo pela fertilização com esterco de galinha, e principalmente, pelo N mineralizado pelos microrganismos nas formas de amônio e de nitrato, que estimulou a produção e expansão das folhas no capim Marandu. Corroboram também com os resultados apresentados por Araújo et al. (2011) que utilizando tratamento com 100% de esterco bovino verificaram também aumento na %F.

Independentemente dos tratamentos, as lâminas foliares foram o componente morfológico com maior participação da forragem produzida (Tabela 5). Este resultado é bastante positivo pois, sob pastejo, as folhas são preferencialmente selecionadas pelos animais (SANTOS et al., 2011), sendo a porção da planta que possui a maior quantidade de nutrientes disponíveis aos animais. Portanto um correto manejo do pastejo deve

priorizar a maior participação das lâminas foliares na massa de forragem produzida, a fim de favorecer a produção animal. De acordo com Basso et al. (2010), fatores climáticos favoráveis associados à adubação de pastagens proporcionam à planta maior assimilação de nutrientes, o que estimula o perfilhamento e, conseqüentemente aumenta a participação das folhas na massa de forragem produzida. Na primavera, as variações na %F em função das doses de P ajustaram-se ao modelo quadrático (Gráfico 1), sendo que os tratamentos com incorporação via escarificação apresentaram médias superiores aos não incorporados.

Os tratamentos testados não apresentaram efeito sobre a %CB, que apresentou uma média de 27% de CB na massa de forragem acumulada. Este fato pode estar ligado ao manejo dos cortes para a avaliação da forragem que era realizado a 0,15m do solo. Desta forma, a altura de manejo de cortes pode ser responsável pela estabilidade no crescimento dos colmos e propiciado a manutenção da %CB, mesmo nos diferentes tratamentos. Segundo Difante et al. (2011), as populações de perfilhos em braquiária Marandu são mais estáveis e uniformes quando a altura do resíduo do pasto é de 0,15 m.

Para a %MM, houve efeito apenas para as doses de P aplicadas. De forma geral, Para a %MM, a foi menos expressiva quando houveram condições climáticas favoráveis (Figura 1) ao crescimento das plantas forrageiras tropicais e quando as parcelas receberam maiores aportes de nutrientes (Tabela 2). A testemunha apresentou os maiores valores para %MM, assim como o tratamento químico, exceto na estação do verão, quando esse equiparou-se com o EGP(25). As doses EGP(50), EGP(100) e EGP(150) apresentaram os menores valores para a %MM, independente da estação avaliada. Na primavera, o EGP(25) foi semelhante ao tratamento testemunha e ao químico. No tratamento testemunha, o comportamento da %MM pode estar ligada à idade da planta, devido ao menor número total de cortes, e conseqüente, maior intervalo entre os mesmos (Tabela

3). Nas parcelas mais adubadas, houve uma maior remoção de tecidos que potencialmente poderiam vir a formar material senescente, dada a maior frequência de cortes, que está de acordo com Iwamoto et al. (2014). No que refere-se aos tratamentos com doses similares de P, o tratamento com EGP apresentou menores médias

Para o IAF os resultados foram influenciados apenas pelas adubações. O IAF nas parcelas com as doses EGP(100 e 150) foram superiores às demais doses na estação de primavera e verão, enquanto que os IAFs no outono e inverno foram maiores nos tratamentos adubados com EGP. Entretanto o tratamento testemunha teve o menor IAF todas as estações em todas as épocas de avaliação. Quando comparam-se as respostas entre os tratamentos similares EGP(50) e NPK(50), pode-se observar que nas estações do verão, outono e inverno elas foram semelhantes, havendo apenas diferença para a estação da primavera, onde o tratamento químico foi superior ao orgânico.

Modificações na estrutura do dossel, que se relacionam principalmente com a quantidade de lâminas foliares na massa de forragem, resultam em alterações no IAF, e por consequência, na quantidade de luz interceptada (FERLIN et al. 2006), sendo esta responsável pela capacidade fotossintética da forrageira. Os valores de IAF observados neste estudo, estão entre os valores considerados ideais por Mott & Popenoe (1977). De maneira geral, à medida que o IAF aumenta, tem-se um incremento na taxa de crescimento da cultura até que se atinja um IAF considerado “ótimo” (WATSON, 1947). Os resultados observados no presente estudo corroboram com Watson(1947), pois os tratamentos que receberam as maiores doses de adubação apresentaram maiores valores de IAF e, conseqüentemente, obtiveram maior produção de massa seca (MS) por área (Tabela 4).

Os resultados para as quantidades de biomassa radicular (BR) do capim Marandu estão apresentados na Tabela 6. Foi observada interação entre as adubações e o manejo

de solo para a estação da primavera, e efeito isolado para as adubações. Com relação as doses de adubação aplicadas, observa-se no verão os tratamentos com doses similares apresentaram as maiores BR, e que os tratamentos EGP(100) e EGP(150) as menores, sendo inclusive inferiores à testemunha. No outono, os tratamentos foram semelhantes entre si, exceto para a dose EGP(150) que apresentou menores valores, com redução de 55,60% da BR em relação as médias dos outros tratamentos. Na estação do inverno, a maior quantidade de BR foi observada no EGP(25) e a menor na testemunha. Na primavera, a interação apresentou efeito quadrático e negativo (Gráfico 2), sendo as maiores médias alcançadas no tratamento com incorporação ao solo nas doses de EGP(50 e 100). A redução na massa seca de raízes com escarificação na maior dose pode estar relacionada com a concentração das raízes nas camadas superiores e a diminuição de seu comprimento pela aplicação superficial do esterco no capim Marandu, concentrando os nutrientes, pois o manejo de solo pode vir a aumentar a ciclagem dos nutrientes. Interessante ressaltar a resposta dos tratamentos similares EGP(50) e NPK(50), que apresentaram médias semelhantes, não havendo portanto influencia da fonte dos nutrientes utilizados.

A diminuição da BR nas maiores doses de adubação pode estar ligada ao maior número de cortes realizados, pois segundo Cecato et al. (2001), cortes mais frequentes realizados nas plantas forrageiras podem conduzir a morte de até 50% do sistema radicular. No geral, observa-se que onde houveram mais cortes (Tabela 3), houve uma diminuição na BR, que pode estar relacionado com a mobilização de reservas para garantir eficiente rebrota da planta e reconstituição do tecido fotossinteticamente ativo. Cecato et. al (2011) relatam que a remoção frequente da parte aérea através do corte ou pastejo pode levar a um declínio produtivo, ocorrendo primeiro prejuízo às raízes, podendo explicar o fato de os tratamentos que apresentaram maior número de cortes e um

menor intervalo entre eles resultaram em uma menor quantidade de BR. Porém, este efeito deletério no peso da BR radicular não foi prejudicial para a parte aérea da planta, pois quando observa-se o comportamento do AMS (Tabela 4), verifica-se que as adubações foram responsáveis pelo acúmulo de BR. Outro fator que também pode estar relacionado com este resultado seria a grande quantidade de macro e micronutrientes adicionados nas parcelas com as maiores doses de EGP, pois Cecato et. al (2004) e Giacomini et. al (2005), relatam que a adição de nutrientes pode resultar no aumento da BR, mas quando a fertilização é demasiadamente alta, a massa de raízes pode ser reduzida. No caso de grandes quantidades de adubação, a planta não necessita aprofundar seu sistema radicular em busca de nutrientes, pois estes estão disponíveis nas primeiras camadas do solo. Este tipo de resposta corrobora com o que foi encontrado por Soares Filho et al.(2013), que trabalhando com sistema radicular do capim Tanzânia sob doses de N, observaram um decréscimo na BR com o acréscimo da adubação nitrogenada.

Os dados da concentração de nitrogênio total (Nt) e de carboidratos não estruturais totais (CNE) do sistema radicular do capim Marandu podem estar apresentados na Tabela 7. Para o Nt houve interação significativa entre tratamento e os manejos de incorporação dos adubos ao solo para as estações do outono e primavera. As doses de adubo apresentaram efeito isolado para todas as estações avaliadas. Na estação do verão a concentração de Nt foi maior nos tratamentos químico e o EGP(150), porém semelhantes entre si, mas diferindo das demais. A testemunha foi o tratamento que apresentou a menor concentração de Nt. No outono e primavera ocorreram interações entre as doses de EGP e o manejo de solo, sendo que neste caso as variações de Nt ajustaram-se ao modelo quadrático, com maiores médias alcançadas pela dose EGP(150)(Gráfico 3-A). A estação do inverno apresentou médias semelhantes entre si, sendo que a testemunha e a adubação química foram inferiores as demais. Para a estação da primavera, também foi observada

a interação entre os tratamentos de adubação e manejo de solo. O efeito foi quadrático e negativo, sendo que o não incorporado foi superior ao incorporado até a dose de EGP(100), e a partir desta ocorrendo o comportamento contrário(Gráfico 3-B). De forma geral, a primavera apresentou médias semelhantes ou inferiores ao inverno e outono, resultados esses que de acordo com Soares Filho et al. (2013) sugerem que na primavera as reservas de N são utilizadas para a emiss estruturas aéreas. Cecato et al. (2001) relatam que a redução na porcentagem de Nt nas raízes está relacionada ao envelhecimento da planta em função do aumento do período de pastejo. Por outro lado, quando há suficiente suprimento de nutrientes no solo, as plantas normalmente não acumulam nutrientes no sistema radicular.

Houve efeito de doses de adubos orgânicos para os CNE em todas as estações avaliadas. Houve interação para adubação e manejo de solo para a estação da primavera, cujas as variações ajustaram-se a uma equação de segundo grau. O conteúdo de reservas diminuiu com o avanço do período experimental, sendo que a primavera, foi observada a menor quantidade de CNE. Os tratamentos similares de NPK(50) e EGP(50) e a testemunha apresentaram os maiores valores de CNE nas estações de verão e outono. Segundo Cecato et al. (2001), nos maiores níveis de acúmulo de matéria seca da parte aérea, há maiores quantidades de tecidos fotossintetizantes, que proporcionaram maiores concentrações e armazenamento de reservas orgânicas. No inverno e na primavera as concentrações foram menores. Na primavera, as condições climáticas tornam-se favoráveis para uma retomada de crescimento mais favorável, pois os carboidratos são fundamentais durante o período em que o balanço de energia da planta é negativo, visto que são responsáveis pela respiração dos órgãos remanescentes, além da respiração necessária à síntese dos novos tecidos (AVICE et al. 1996). A quantidade de cortes, semelhantes para o NPK(50), EGP(50), EGP(100) e EGP(25), que diferenciou-se apenas

em um corte a menos, pode ter influenciado também na quantidade de CNE, pois os tratamentos tiveram um regime de desfolha e rebrota semelhante (Tabela 3).

Conclusões

As adubações proporcionam aumento para o acúmulo de matéria seca e acúmulo de matéria seca total do capim Marandu. Porém as adubações química e orgânica quando nas mesmas quantidades de P apresentam resultados semelhantes.

A incorporação dos adubos ao solo não afetam as variáveis avaliadas deste estudo.

A% folhas foi superior quando doses foram aplicadas, sendo que a adubação orgânica foi superior à química. A %C não foi afetada pelos tratamentos, e a %MM foi superior quando não se aplicou adubação e quando a adubação química foi utilizada. O IAF foi superior nas parcelas mais adubadas.

As maiores doses de adubo orgânico promoveram diminuição da biomassa radicular do capim Marandu, porém permitem aumento nos compostos de reserva.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, A. dos S.; SILVA, J. E. C. da; SANTOS, A. C. dos; SILVA NETO, S. P. da; ALEXANDRINO, E. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.852-866, 2011.
- ARAÚJO, S.A.C. et al. **Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil**. Archivos. Zootecnia. p.61-76. 2008.
- AVICE, J. C.; OURRY, A.; VOLENEC, J. J.; LE-MAIRE, G.; BOUCAUD, J. Defoliation induced changes in abundance and immune localization of vegetative storage proteins in taproots of *Medicago sativa*. **Plant Physiology Biochemistry**, Madison, v. 34, n. 4, p. 561-570, 1996.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Gaithersburg: Richmond, 1990. 1298 p.
- BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B. et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses crescentes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 976-989, 2010.
- CECATO, U.; CANO, C.C.P.; BORTOLO, M.; HERLING, V.R.; CANTO, M.W.; CASTRO, C.R.C. Teores de Carboidratos Não-Estruturais, Nitrogênio Total e Peso de Raízes em Coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) Pastejado por Ovinos. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.30; n.3; p.644-650; 2001.
- CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; GALBEIRO, S. et al. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.399-407, 2004.
- CECATO, U.; GALBEIRO, S.; PARIS, W.; SOARES FILHO, C.V.; TEIXEIRA, S. Uso do nitrogênio em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO – I SIMPAPASTO, Maringá, 2011. Anais. Maringá: Gráfica e Editora Sthampa, 2011. P117-164p.
- DIFANTE, G.S.; JUNIOR, D.N.; DA SILVA, S.C. et al. 2011. Características morfogênicas e estruturais do capim-Marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 955-963.
- COLUSSI, G. Escarificação e adubação com cama de aves na produção de Tifton 85. 2013. 94 p. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, RS Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.
- EGUCHI, E. S.; CECATO, U. , MUNIZ, A. S.; Productive and chemical characteristics of Marandu grass in response to poultry manure and soil chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 2015. v.19, n.6, p.527–533.

- EGUCHI, E. S.; CECATO, U. , MUNIZ, A. S.; Physical and chemical changes in soil fertilized with poultry manure with and without chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 2016. v.20, n.4, p.316–321.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p
- FABRICE, C. E. S.; SOARES FILHO, C. V.; PINTO, M. F.; PERRI, S. H. V.; CECATO, U.; MATEUS, G. P. Mateus. Atributos químicos do solo, reservas orgânicas e sistema radicular de pastos degradados associados à introdução de leguminosa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1721-1730, jul./ago. 2014.
- FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B. et. al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.2, p.344-352, 2006.
- FIGUEROA, E. A.; ESCOSTEGFUY, P. A. V.; WIETHÖLTER, S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.7, p.714–720, 2012.
- GIACOMINI, A.A.; MATTOS, W.T.; MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; CUNHA, E.A.; CARVALHO, D.D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1109-1120, 2005.
- HEINRICH, R.; SOARES FILHO, C. V.; CRUCCIOLI, C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; FRUCHI, V. M.; KODEL, F. J.; RODRIGUES, T. A. Doses and sources of nitrogen fertilizer and their effects on soil chemical properties and forage yield of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **Semina: Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1747-1756, 2012.
- IWAMOTO, B. S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; MARI, G. C.; PELUSO, E. P.; LINS, T.O.A.; Produção e composição morfológica do capim Tanzânia com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 2014. v. 30, n. 2, p. 530-538.
- MOTT, G.O. & POPENO, H.L. Grasslands. In: ALVIM, PT. & KOZLOWSKI, T.T., ed. *Ecophysiology of tropical crops*. New York, Academic Press. 1977, p. 157-186.
- OLIVEIRA, P.P.A.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. et al. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. **Scientia Agrícola**, v.60, n.1, p.125-131, 2003.
- PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.J.D. et al. 2014. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina Agrárias**, Londrina. v 35: 2147-2158.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CAN-TARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R.; VIVALDI, L. F. Adubação nitrogenada em Capim-Coastcross:

efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

RIBEIRO, O. L.; CECATO, U.; RODRIGUES, A. M.; FAVERI, J. C.; JOBIM, C.C.; LUGÃO, S.M. B. Biomassa radicular e reservas orgânicas em coastcross consorciada ou não com *Arachispintoi*, com e sem nitrogênio, sob pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, 2011. v.12, n.2, p.318-328.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; VALINOTE, A. C.; HERLING, V. R. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-Xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 8, n. 3, p. 505-514, 2007.

SANTANA, G. S.; BIANCHI, P. P. M.; MORITA, I. M.; ISEPON, J. O.; FERNANDES, F. M. Produção e composição bromatológica da forragem do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 241-246, 2010.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MAGALHÃES, M.A; SILVA, S.P.; CASAGRANDE, D.R.; BALBINO, E.M.; GOMES, V.M. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *brachiaria decumbens* cv. basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.117-128, 2011.

SILVA, A. A.; SIMIONI, G. F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu em Parecis/Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n.16, p.923-932, 2013.

SILVA, C. C.; SANTOS, A. C. dos; SILVA, G. F. da; ROCHA, J. M. L. da; PIRES, C. C.; OLIVEIRA, L. B. T. de. Resposta do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) a aplicação de NPK e fontes de matéria orgânica. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.7, p.43- 57, 2012.

SILVA, D.J. Carboidratos totais não estruturais (CTN). **In:** SILVA, D.J. (Ed.) Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. cap.13, p.104-109.

SMITH, D. **Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue**. Wisconsin Agricultural Experiment Station Research Report, v. 41, p.1-11, 1969.

SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. C.;JOBIM,C.C.;BELONI,T.Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2013. v. 34, n. 5, p. 2415-2426.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. 1. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D.M. DA.; CÓSER, A. C. et al. 2009. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38: 435-442.

FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

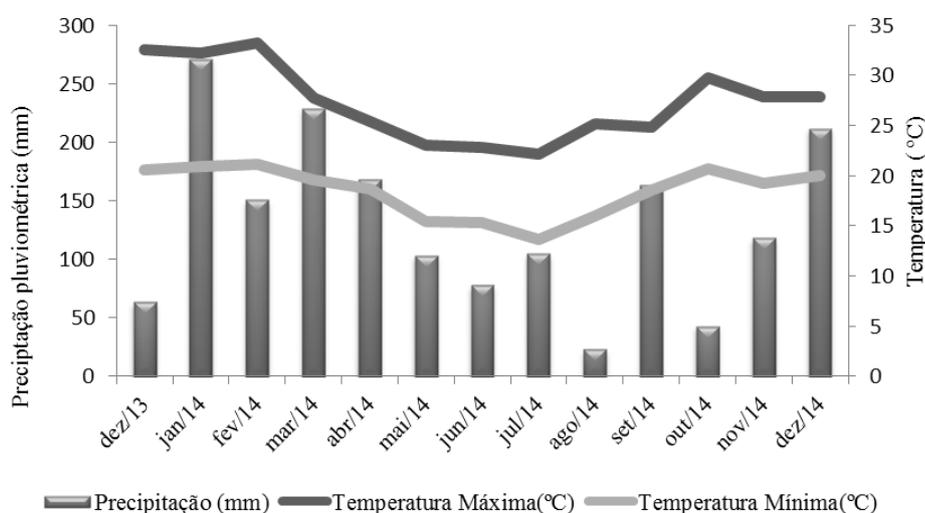


Figura 1- Dados climatológicos durante o período experimental.

Fonte: Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.

Bloco	pH	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	Ca ⁺³	Mg ⁺²	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					g dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----				
B1	4,90	0,00	2,54	0,77	0,67	0,11	7,36	6,90	129,00	3,96	3,01	147,62
B2	5,00	0,00	2,54	0,91	0,58	0,15	8,13	5,30	194,76	4,09	3,12	152,90
B3	4,90	0,00	2,54	0,93	0,52	0,10	7,75	6,40	180,96	3,78	3,04	133,10
B4	4,90	0,00	2,54	0,86	0,49	0,15	9,68	6,50	218,70	4,34	3,61	143,22

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 2. Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013.

Ntotal	Ca ⁺³	Mg ⁺²	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----%						-----mg.kg ⁻¹ -----		
1,85	31,35	3,20	4,92	35,39	0,87	2.591,8	230,99	153,15	999,02

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 3. Datas e números de cortes do capim Marandu de acordo com os tratamentos aplicados, durante o período experimental.

	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6	Corte 7	Corte 8	Corte 9
EGP(0)	1-abr	19-set	18-dez						
EGPi(0)	10-abr	23-set	21-dez						
EGP(25)	4-fev	23-mar	17-jun	17-set	18-dez				
EGPi(25)	10-fev	15-mar	17-jun	26-set	21-dez				
EGP(50)	31-jan	7-mar	22-abr	11-set	15-nov	21-dez			
EGPi(50)	28-jan	17-mar	18-abr	17-set	15-nov	18-dez			
EGP(100)	1-fev	15-mar	2-mai	9-jul	26-set	22-nov			
EGPi(100)	9-fev	20-mar	2-mai	9-jul	17-set	22-nov			
EGP(150)	26-jan	23-fev	20-mar	13-abr	31-mai	22-ago	7-out	10-nov	11-dez
EGPi(150)	31-jan	23-fev	20-mar	18-jul	31-mai	22-ago	7-out	15-nov	19-dez
NPK(50)	28-jan	5-mar	18-abr	25-jul	28-set	19-dez			
NPKi(50)	31-jan	15-mar	22-abr	25-jul	17-set	19-dez			

Tabela 4. Acúmulo de matéria seca (AMS) e acúmulo de matéria seca total (AMSt) do capim Marandu fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
AMS (toneladas de matéria seca ha ⁻¹)						
Verão	1,38F*	5,13E	6,71D	11,48B	12,92A	7,75C
Outono	1,36C	3,52AB	3,72AB	3,19B	4,21A	3,08B
Inverno	0,48C	1,52B	1,64B	1,76B	3,21A	1,43B
Primavera	1,04C	1,90C	2,77B	2,61B	3,59A	2,53B
Média	1,06	3,01	3,71	4,76	5,98	3,69
EPM	1,03	1,73	1,92	2,18	2,44	1,92
Total	4,26E	12,07D	14,48C	19,04B	23,93A	14,87C

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem para entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5. Composição morfológica, em percentagens, e o índice de área foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Lâmina foliar verde (%F)						
Verão	42,60C*	43,67BC	51,16A	53,63A	51,31A	47,41BC
Outono	41,20B	44,29B	52,33A	50,78A	52,64A	43,72B
Inverno	34,23C	47,17AB	48,99A	49,63A	50,44A	41,61B
Primavera ¹	36,50C	38,66BC	51,09A	51,46A	49,67A	42,07C
Média	38,63	43,42	50,64	51,34	51,01	43,70
EPM	6,21	6,58	7,11	7,16	7,14	6,61
Colmo+bainha verde (%C)						
Verão	25,06	29,79	30,02	29,23	27,83	29,27
Outono	26,02	27,23	28,04	26,74	26,12	24,92
Inverno	28,31	27,29	29,42	25,48	27,14	26,36
Primavera	26,95	27,01	30,59	27,10	26,09	25,72
Média	26,58	27,83	29,51	27,13	26,79	26,56
EPM	5,15	5,27	5,433	5,20	5,17	5,15
Material morto (%MM)						
Verão	32,33A	26,54B	19,64C	17,14C	20,87C	23,34B
Outono	32,78A	28,48AB	19,03C	22,49C	21,23C	31,36A
Inverno	37,47A	25,54B	21,60B	24,88B	22,43B	32,03A
Primavera	31,36A	34,27A	18,20B	22,24B	22,88B	30,85A
Média	33,48	28,70	19,61	21,68	21,85	29,39
EPM	5,78	5,35	4,42	4,65	4,67	5,42
Índice de área foliar (IAF)						
Verão	3,33C	4,29B	4,51B	5,26A	5,27A	4,75B
Outono	3,38C	4,24B	5,02AB	4,78B	6,15A	5,72AB
Inverno	3,42C	4,71AB	4,92AB	4,02B	5,33A	4,44B
Primavera	3,42C	4,75AB	4,07B	4,88A	4,94A	4,82A
Média	3,38	4,49	4,63	4,73	5,42	4,93
EPM	1,84	2,12	2,15	2,17	2,32	2,22

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem para entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).¹ Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

Tabela 6. Produção de biomassa radicular (BR) do capim Marandu com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Biomassa radicular (gramas/m ³ de solo)						
Verão	21,63B	18,60BC	43,43A	35,55C	14,38C	32,74A
Outono	36,97A	38,88A	34,31A	30,78A	19,84B	37,50A
Inverno	13,05C	43,72A	20,32BC	26,68B	21,04BC	20,09BC
Primavera ¹	13,39C	23,51B	19,77CD	38,36A	9,16D	11,42C
Média	18,76	31,17	26,95	27,83	16,10	25,43
EPM	4,33	5,51	5,192	5,27	4,01	5,04

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹ Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

Tabela 7. Quantidade de nitrogênio total (Nt) e de carboidratos não estruturais totais (CNE) do capim Marandu com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estação	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Nitrogênio total (gramas de N kg ⁻¹ de raízes)						
Verão	0,27C*	0,34B	0,35B	0,34B	0,38AB	0,42A
Outono ¹	0,34B	0,33B	0,32B	0,31B	0,40A	0,44A
Inverno	0,27B	0,34A	0,35A	0,34A	0,33A	0,32AB
Primavera ¹	0,32BC	0,30C	0,35B	0,31BC	0,44A	0,33BC
Média	0,31	0,31	0,34	0,32	0,35	0,35
EPM	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06
Carboidratos não estruturais totais (gramas de CNE kg ⁻¹ de raízes)						
Verão	0,38C	0,54B	0,76A	0,39C	0,38C	0,80A
Outono	0,42C	0,67B	0,81A	0,68B	0,70B	0,82A
Inverno	0,36DE	0,71A	0,31E	0,46C	0,42CD	0,55B
Primavera ¹	0,36C	0,45B	0,46C	0,61A	0,34C	0,35C
Média	0,38	0,59	0,58	0,53	0,46	0,63
EPM	0,06	0,08	0,08	0,07	0,067	0,79

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹ Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

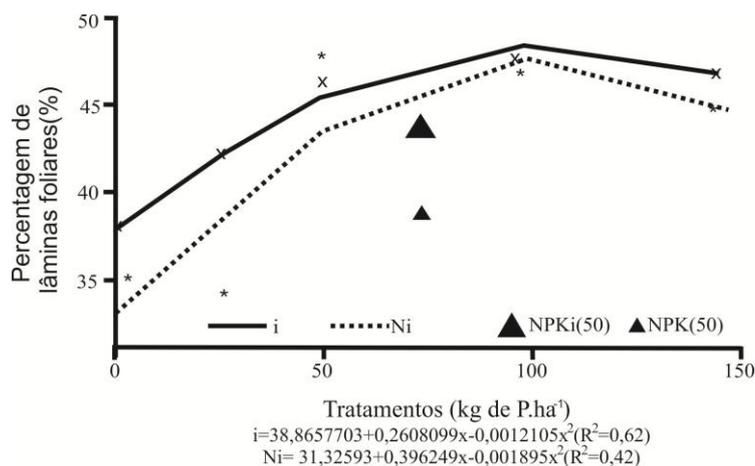


Gráfico 1. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a percentagem de lâmina foliar verde (%F) do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

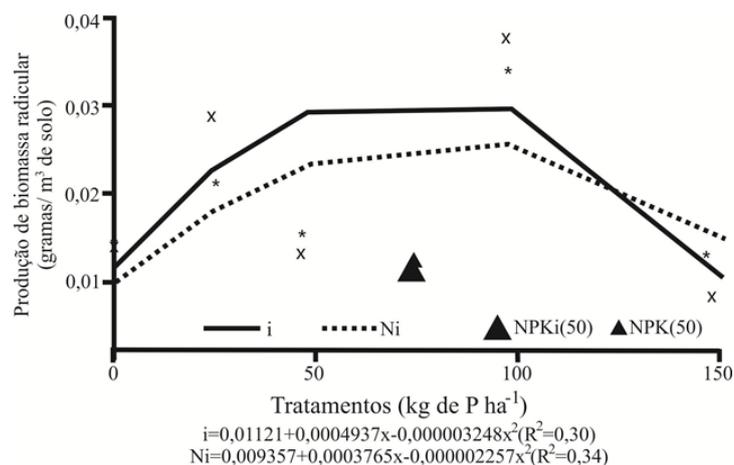


Gráfico 2. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a produção de biomassa radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

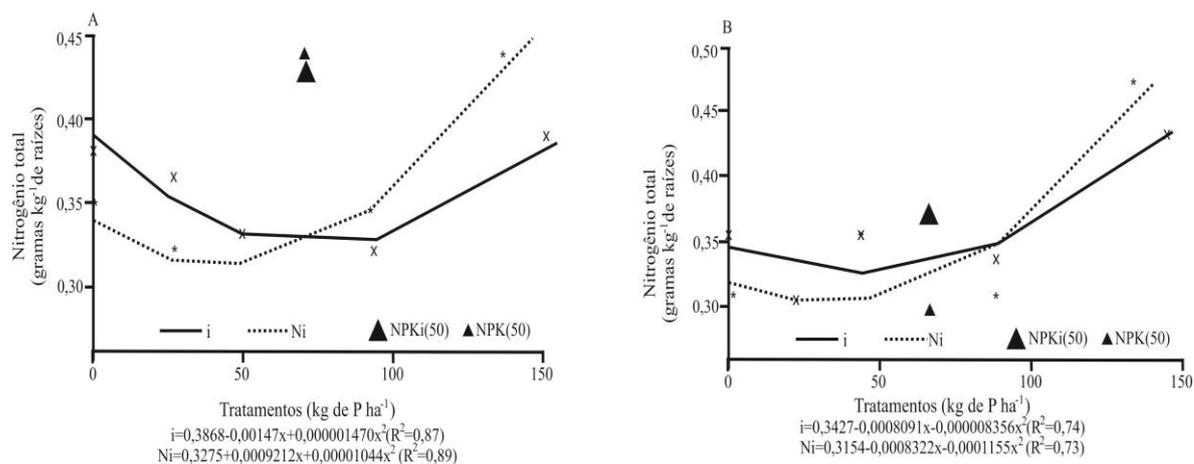


Gráfico 3. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para quantidade de nitrogênio total do sistema radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação do outono (A) e da primavera (B).

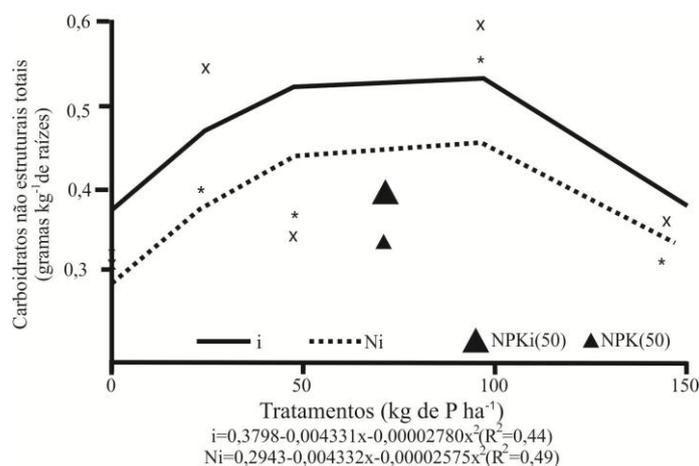


Gráfico 4. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para quantidade de carboidratos não estruturais totais do sistema radicular do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

III - Composição química capim Marandu fertilizado com esterco de galinhas poedeiras, incorporado ou não ao solo

(Normas: Revista Brasileira de Zootecnia - ISSN 1806-9290)

Resumo –O objetivo do trabalho foi avaliar a composição química do capim Marandu, sob doses de esterco de galinha ou adubação química, com e sem manejo de solo com escarificação a 0,2m de profundidade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial 6X2, com seis tratamentos de adubação e dois tipos de manejo de solo, com ou sem incorporação da adubação. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014). Os tratamentos foram baseados na recomendação de fósforo (P) para formação e manutenção das espécies do grupo III, segundo Oliveira (2003), de 50kg de P₂O₅ ha⁻¹, sendo as doses de P utilizadas foram: 0, 25, 50, 100 e 150kg de P ha⁻¹ com base na concentração de P contida no esterco de galinha poedeira. Não houve interação entre os tratamentos, porém a PB das laminais foliares e dos colmos foram incrementadas com o uso de adubação, principalmente na dose de EGP (150). As concentrações de FDN e diminuíram com a utilização de esterco de galinha. A lignina da folha apresentou efeito apenas para a estação do verão, sendo que a testemunha apresentou o menor valor, e a lignina do colmo apresentou os maiores valores nas parcelas mais adubadas. Os minerais não apresentaram interação entre os tratamentos. O nitrogênio total apresentou as maiores médias nas doses de EGP(100) e EGP(150). O fósforo teve elevação de seus níveis em relação à testemunha, principalmente nas doses EGP(50), EGP(100) e EGP(150). O potássio teve suas concentrações elevadas pelas adubações, principalmente nas estações de outono e inverno. O ferro não apresentou efeito nas estações de verão, outono e inverno, e interação entre os tratamentos na estação da primavera. O Manganês somente apresentou efeito no verão, sendo as maiores concentrações na dose EGP(150). As concentrações de zinco apresentaram interação na estação da primavera, sendo as maiores concentrações na dose EGP(150).

Palavras chave: forragicultura, Fibra, lignina, minerais

**Chemical composition Marandu grass fertilized with manure of laying hens,
incorporated or not to the soil**

Abstract - The objective of this work was to evaluate the chemical composition of the Marandu grass, under doses of chicken manure or chemical fertilization, with and without soil management with scarification at 0.2m depth. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 6X2 factorial arrangement, with six fertilization treatments and two types of soil management, with or without incorporation of fertilization. The epochs of evaluation were divided into summer (2013/2014), autumn (2014), winter (2014) and spring (2014). The treatments were based on the recommendation of phosphorus (P) for formation and maintenance of the species of group III, according to Oliveira (2003), of 50kg of P₂O₅ ha⁻¹, being the doses of P used were: 0, 25, 50, 100 And 150 kg of P ha⁻¹ based on the P concentration contained in poultry manure. There was no interaction between the treatments, but the PB of the leaf blades and the stalks were increased with the use of fertilization, mainly in the EGP dose (150). The concentrations of NDF and decreased with the use of chicken manure. The leaf lignin presented only effect for the summer season, and the control had the lowest value, and the lignin of the stem had the highest values in the most fertilized plots. The minerals showed no interaction between the treatments. Total nitrogen had the highest mean values for EGP (100) and EGP (150). Phosphorus levels increased in relation to the control, mainly in the EPP (50), EGP (100) and EGP (150) doses. The potassium had its concentrations high by fertilization, especially in the autumn and winter seasons. Iron had no effect on summer, autumn and winter seasons, and interaction between treatments in the spring season. Manganese only had an effect in the summer, with the highest concentrations at the EGP dose (150). Zinc concentrations showed interaction in the spring season, with the highest concentrations at the EGP dose (150).

Key words: forage, fiber, crude protein, lignin, minerals

Introdução

A produção de bovinos a pasto é de suma importância econômica para o país. Porém, os resultados obtidos pela maioria dos pecuaristas são inferiores aos patamares de produção passíveis de serem alcançados (VITOR et al., 2009). A baixa disponibilidade de nutrientes do solo sob cultivo de pastagens é, sem dúvida, um dos principais fatores que interferem no nível de produtividade e na qualidade da forragem produzida (COSTA et al. 2008). O manejo adequado da adubação das pastagens de gramíneas tropicais, como as do gênero *Brachiaria*, é requisito fundamental para alcançar altas produtividades e garantir alimento de boa qualidade para o rebanho bovino (PRIMAVESI et al., 2006).

O uso de adubos ou fertilizantes para a adição ou reposição inclusão de nutrientes no sistema exerce marcante efeito na produção, qualidade e sustentabilidade do cultivo das forrageiras. Neste contexto pode-se optar pelo uso de adubo químico e/ou orgânico. Dentre eles, o esterco de galinha poedeira (EGP), que é produzido em grande escala no Brasil, podendo ser uma alternativa importante de fertilização do solo. Este subproduto é promissor como alternativa ao adubo químico, pois além de conter diversos nutrientes importantes para os vegetais (BOATENG et al., 2006), é relativamente barato, e está distribuído em diversas regiões do país. O aumento na demanda por ovos gera automaticamente uma maior produção de esterco de galinhas poedeiras.

Em pastagens adubadas e em boas condições climáticas ocorre um aumento nas proporções de folhas, uma maior renovação de tecidos, aumento da velocidade de crescimento e da produtividade das plantas. Além disso, ocorrem modificações favoráveis para o aumento do conteúdo celular, bem como o maior conteúdo celular, culminando em uma composição química mais favorável à nutrição animal. Nesse sentido, a forrageira produzida torna-se mais potencialmente digestível e com menores conteúdos de fibra, pois esses parâmetros são influenciados pelo estágio de maturidade da planta, sendo a

diminuição no valor nutritivo com a maturidade devida ao aumento na lignificação e diminuição na proporção folha/colmo (VAN SOEST, 1994). Há vários estudos que indicam que a utilização de esterco de aves como fonte de nutrientes, aumentam os teores de proteína bruta (SILVA et al., 2012) e no conteúdo de minerais. O efeito da adubação na composição química é fato interessante e relevante na produção animal a pasto, pois teores de proteína bruta menores que 7% provocam diminuição do consumo voluntário de matéria seca pelos animais (MINSON, 1990) em causa do maior tempo retenção do material no rúmen devido ao baixo suprimento de nitrogênio para o crescimento microbiano, assim como teores de FDN com mais de 55-60% de parede celular na matéria seca (VAN SOEST, 1994).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma forrageira com grande adaptabilidade a diferentes tipos de solo e clima (TIMOSSI et al., 2007). Cerca de 70% das pastagens cultivadas com o cultivares de braquiárias são formadas por capim Marandu (FRANÇA, 2005; HEINRICHS et al., 2012). Sua importância é corroborada por diversos trabalhos que demonstram a alta responsividade para o acúmulo de forragem (CARVALHO et al., 2006; RODRIGUES et al., 2006; RODRIGUES et al., 2008), e o entendimento de como a inclusão dos nutrientes no sistema é capaz de aumentar a concentração de nutrientes na massa de forragem (PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2008a).

O objetivo deste estudo foi avaliar as modificações na composição química da massa de forragem do capim Marandu fertilizado com doses de esterco de poedeira.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, localizada em 23° 25' de latitude sul e 51° 57' de longitude oeste, com uma

altitude média de 550 metros. O tipo climático predominante da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen. O período experimental foi de 20 de dezembro de 2013 a 21 de dezembro de 2014. O volume pluviométrico total foi de 1.731,2 milímetros (mm) e não ocorreram geadas durante período do estudo (Figura 1).

O experimento foi instalado em área estabelecida com capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), em cultivo singular, sendo utilizada há aproximadamente 10 anos como área de pastejo. O tipo de solo da região é o Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) com textura arenosa média e os resultados da análise química e estas podem ser observados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial $5 \times 2 + 1$, com cinco tratamentos de adubação com doses de esterco de poedeira e dois tipos de manejo de solo, mais um tratamento adicional químico, usando NPK, com e sem manejo de solo. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014) e analisadas separadamente devido o delineamento utilizado. As adubações foram baseados na recomendação de fósforo (P) para manutenção das espécies forrageiras do grupo III, ao qual pertence o capim Marandu, segundo Oliveira (2003), de $50 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$, sendo as doses de P utilizadas foram: 0, 25, 50, 100 e $150 \text{ kg de P ha}^{-1}$ com base na concentração de P contido no esterco de galinha poedeira (EGP) (Tabela 2). Ainda foi adicionado ao trabalho um tratamento químico, com valores de NPK similares ao tratamento com EGP na dose de $50 \text{ kg de P ha}^{-1}$, sendo a fonte de N utilizada a uréia, a fonte de P o superfosfato triplo e a de K o cloreto de potássio. O manejo de solo proposto foi com ou sem a incorporação do EGP ou NPK, sendo realizada via escarificação mecânica a 0,2m de profundidade.

Portanto, os tratamentos utilizados foram: EPG(0):Ausência de adubação; EPGi(0). Ausência de adubação e incorporação; EGP(25) = 2.381 kg ha⁻¹ de EGP; EGPi(25)= 2.381 kg ha⁻¹ de EGP incorporado; EGP(50)=4.762kg ha⁻¹ de EGP; EGPi(50) = 4.762kg ha⁻¹ de EGP incorporado; EGP(100)=9.524 kg ha⁻¹ de EGP; EGPi(100)= 9.524kg ha⁻¹ de EGP incorporado; EGP(150) = 19.048kg ha⁻¹ de EGP; EGP(150)i = 19.048 kg ha⁻¹ de EGP incorporado; NPK(50): 80 kg ha⁻¹ de N, 50 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 234 kg ha⁻¹ de KCl; NPKi(50): 80 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 234 kg ha⁻¹ de KCl incorporado.

Em 20 de dezembro de 2013 foi realizada a aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais, de 24m² cada. A adubação química com P e para adubação orgânica com doses de EGP, foram realizada com aplicação única. O N e K correspondentes ao tratamento químico foram parcelados e aplicados em três operações, a cada 30 dias, a partir do início do experimento. Após a aplicação dos adubos foi realizada a incorporação dos mesmos ao solo utilizando o implemento agrícola Tandem da marca IKEDA modelo DPT320M, nas parcelas correspondentes ao tratamento com esse manejo de solo.

Os cortes foram realizados a fim de simular uma situação de pastejo com lotação intermitente, considerando o ponto de corte 95% de interceptação luminosa (IL). Para mensurar o ponto de corte da forragem foi utilizado o aparelho *AccuPAR* modelo LP-80 PAR/LAI *Ceptometer*, duas vezes por semana, em quatro pontos por parcela. Quando o dossel forrageiro atingia aproximadamente 95% de IL, foram realizadas as coletas para a avaliação da forragem. O número de cortes por tratamentos e as respectivas datas estão apresentados na Tabela 3.

Para a amostragem da forragem foi utilizada uma moldura metálica de 0,25 m². Foram amostrados dois pontos da parcela com corte a 0,15m do solo. Após esta coleta, toda a área da parcela foi rebaixada a 0,15m e, na sequência, realizada a remoção manual

da biomassa cortada. Em seguida, foram realizados mais dois cortes para mensurar o resíduo, realizando o corte rente ao solo. Após as coletas, as amostras foram pesadas frescas e, uma subamostra foi embalada e transferida para estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS).

Uma subamostra foi encaminhada ao laboratório para separação de seus componentes morfológicos, obtendo-se as frações lâminas foliares verdes (F), colmos + bainhas verde (C) e material morto (M), e posteriormente pesadas frescas e secas para determinação da MS de cada fração. Em seguida, as frações F e C foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 1mm. Posteriormente foram analisados os teores de proteína bruta (PB), pelo método micro Kjeldhal (AOAC, 1990). As frações fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas em aparelho autoclave (PELL & SCHOFIELD, 1993). O teor de lignina foi determinado incubando-se o resíduo das análises de FDA em solução de ácido sulfúrico a 72% por três horas seguidas por lavagem, secagem a 105°C por 6 horas e pesagem, obtendo-se assim a lignina detergente ácido (LDA).

As amostragens de tecido foliar (TF) foram realizadas a cada 90 dias, sendo uma coleta por estação. Aleatoriamente foram coletadas 30 lâminas foliares expandidas e intactas de cada unidade experimental (MALAVOLTA 2006). Após a coleta o TF foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas. Posteriormente o TF foi moído em moinho tipo Wiley com peneira de crivo 1 mm e acondicionadas em frascos hermeticamente vedados. Então, encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade de Solos da Universidade Estadual de Londrina, e submetidas a digestão úmida nitro-perclórica. Posteriormente os extratos foram analisados via espectrometria de absorção atômica para a quantificação do magnésio (Mg), cálcio (Ca), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe)

e zinco (Zn); via espectrofotometria de UV-VIS para o fósforo (P) e via fotômetro de chama o potássio (K). O nitrogênio (N) total foi quantificado pelo método Kjeldahl.

Os dados avaliados no estudo foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%, e interpretados por meio de modelo de regressão linear múltipla utilizando-se o sistema computacional R (R Development Core Team 2009).

Resultados e discussões

Os resultados para a PB para as frações F e C da massa de forragem do capim Marandu podem ser visualizadas na Tabela 3. Para a proteína bruta da lâmina foliar (PBf), não houve interação entre doses de adubo orgânico e químico aplicados e o manejo do solo e, também não foi observado efeito isolado do manejo de solo. As doses de adubo apresentaram efeito isolado.

As plantas adubadas apresentaram uma maior concentração de PB, especialmente dentro das estações em que as condições climáticas foram mais favoráveis. Tendo as plantas do tratamento EGP(150) apresentado a maior concentração de PBf, fato esse relacionado, principalmente à alta quantidade de N aplicadas via EGP e boas condições de clima. As parcelas não adubadas apresentaram baixa concentração de PBf, fato esse que pode estar ligado tanto à idade mais avançada das plantas amostradas, pois o manejo imposto a estas parcelas propiciou longos intervalos entre cortes, reduzindo, conseqüentemente, as concentrações de PBf, devido à maturidade da planta. As maiores mudanças que afetam a composição química das forrageiras estão associadas à idade da planta (PIRES, 2008).

Para a PBc, o uso das adubações apresentaram efeito isolado apenas para as estações de outono, inverno e primavera. Para todas as estações e tratamentos, a PBc

apresentou-se inferior no tratamento testemunha que nas demais doses utilizadas. Interessante também salientar que nos tratamentos EGP(50) e NPK(50) foram semelhantes quanto aos efeitos, tanto para a P_{Bf} quanto para a P_{Bc}, demonstrando que para essas características a fonte de nutrientes não interfere quantitativamente na resposta.

As concentrações de FDN e FDA nas frações F e C podem ser visualizadas na Tabela 4. Para todas as estações avaliadas houve efeito apenas para as doses de adubo com EGP aplicadas. Para a FDN_f, nas estações do verão e primavera, o tratamento testemunha proporcionou a maior concentração de FDN que os que receberam EGP, sendo esta semelhante nos tratamentos que receberam EGP. No inverno, a testemunha foi o tratamento que apresentou a maior concentração de FDN, mas não diferiu da dose EGP(25); os demais tratamentos foram inferiores a este e semelhantes entre si. Na primavera, a dose EGP(100) foi a que apresentou a menor concentração de FDN, seguida das EGP(50) e EGP(150). Os tratamentos NPK(50) e EGP(25) apresentaram concentrações semelhantes entre si, mas diferenciaram significativamente da testemunha.

Para o FDN_c, apenas os adubos aplicados apresentaram efeito, e as concentrações foram superiores para todas as estações no tratamento testemunha. Para as demais doses houve pouca variação nas concentrações, sendo que para todas as estações a dose de EGP(100) apresentou a menor concentração de FDN. Os resultados apontam redução nas concentrações de FDN com o uso da adubação, acarretando melhora na qualidade da forragem, sendo esse fato ligado principalmente com a idade da planta, pois de acordo com Van Soest (1994) o estágio de maturidade da gramínea influencia mais o teor de FDN e FDA que a adubação em si. Levando-se em conta o manejo de corte com 95% de IL, e que o número de cortes, a data e o estágio de crescimento das plantas foram semelhantes, justificando tais resultados. Ressalta-se ainda que a FDN é o componente da forragem mais consistentemente associada ao consumo dos animais (BENETT et al.,

2008), pois ele realiza ação mecânica no enchimento do rúmen, portanto os manejos apregoados na produção de forragem devem priorizar a redução deste componente na planta. As concentrações de FDN são comumente relacionadas como consumo e digestibilidade, visto que teores acima de 550 a 600 g kg⁻¹ na matéria seca podem se correlacionar negativamente com esses parâmetros, segundo Van Soest (1994). Os dados obtidos nesse estudo, tanto para a FDNf quanto para o FDNc, em todas as estações e tratamentos, são superiores as concentrações ditas como adequadas, de acordo com a afirmação supracitada, sendo portanto potencialmente negativos ao consumo e a digestibilidade da forragem produzida.

As concentrações de FDA da fração F apresentaram diferença para os tratamentos de adubação nas estações de verão, outono e inverno, não sendo constatado efeito para o manejo do solo, nem interação entre os tratamentos aplicados. No verão, os tratamentos EGP(0) e EGP(25) foram superiores aos demais, que apresentaram médias semelhantes entre si; no outono e inverno apenas o EGP(0) foi o tratamento que apresentou concentração de FDAf; no inverno, a testemunha apresentou as maiores concentrações de FDA e os tratamentos EGP(50) e EGP(150) as menores concentrações. A estação da primavera apresentou média de 433,53 g kg⁻¹ de FDAf. Valores de FDA superiores a 400 g kg⁻¹ de matéria seca são encontrados somente em plantas com idade fisiológica avançada de acordo com Van Soest (1994). Os valores observados para o FDNf nesse estudo são considerados elevados levando-se em conta a referencia supracitada, mesmo nas parcelas que receberam altas concentrações de nutrientes, onde haveria de se esperar que as plantas tenham uma maior renovação de tecidos. Porém os efeitos para as reduções dos teores de fibra relacionados ao uso de adubações apresentam efeitos contraditórios, havendo a diminuição destes em alguns casos (VITOR et al., 2009), ou não surtindo efeitos em outros (PINHEIRO et al. 2014).

Para a fração C, as concentrações de FDA apresentaram efeito para as adubações aplicadas, não sendo observada diferença para o manejo do solo nem interação entre os tratamentos. Na estação do verão, os tratamentos EGP(0), EGP(25) e EGP(150) apresentaram os maiores valores para o FDAc, sendo inferiores a estes e semelhantes entre si estão os tratamentos EGP(100) e NPK(50). No outono, a testemunha apresentou os maiores valores para a testemunha. Inferior, porém semelhante a esta, o tratamento EGP(150), sendo os demais tratamentos semelhantes entre si. No inverno, os tratamentos foram semelhantes entre si, exceto a testemunha que apresentou os maiores valores. Na primavera, os tratamentos EGP(0), EGP(25), EGP(150) e NPK(50) apresentaram as maiores médias, sendo o tratamento EGP(50), semelhante, porém inferior a estes. O Tratamento EGP(100) apresentou as menores médias.

Os dados para as concentrações de LDA podem ser visualizados na Tabela 5. Para as concentrações de LDAf, houve efeito para os tratamentos com adubação apenas para a estação do verão (Tabela 6), sendo que no verão o tratamento EGP (150) propiciou a menor concentração de LDAf; e os demais foram intermediárias ente elas e semelhantes entre si. Neste estudo, doses de adubação utilizadas, permitiram diferentes velocidades de crescimento, o que gera plantas com diferentes idades. Maiores mudanças que afetam a composição química das forrageiras são aquelas que acompanham sua idade (CARVALHO, 2008). Em relação à fonte de adubação, os resultados para o EGP (50) e o NPK(50) foram semelhantes entre si, sendo portanto, a idade de corte da planta mais importante que a quantidade de adubo aplicada ou sua fonte.

Para a LDAc, a estação do inverno apresentou interação entre as adubações aplicadas e a incorporação destas ao solo. O efeito observado para a interação nos dois manejos de solo foi quadrático e positivo (Gráfico 1). O manejo de solo com incorporação

foi superior ao não incorporado até a dose de EGP(100), quando então os valores para EGP(150) não escarificados foram superiores a este.

As estações de verão, outono e primavera apresentaram efeito para as adubações. No verão, as parcelas com as maiores doses de EGP até 50 kg há⁻¹, foram as que apresentaram as maiores concentrações de LDAC, todavia no outono o tratamento EGP kg, propiciou a maior concentração e menor foi para o tratamento EGP (25) kg. Na primavera no tratamento testemunha a concentração foi semelhante aquele de EGO (25), porém maior que os demais. Os dados revelam uma resposta não muito consistente relativos aos tratamentos em condições semelhantes nas doses de adubações e climáticas. Este fato pode ocorrer pois em parcelas mais adubadas, onde a frequência de corte é maior, a aceleração do crescimento pode também acarretar maiores incrementos destes compostos.

Os resultados para as concentração de macronutrientes na fitomassa do capim Marandu, para os minerais N, P, K, Mg e Ca podem ser visualizados na Tabela 6. Não houve interação entre os tratamentos de adubação e o manejo com ou sem incorporação da adubação, e não foi observado efeito isolado para o manejo de solo. Adubações com EGP e NPK apresentaram efeito significativo em todas as estações avaliadas.

Para N, as menores concentrações foram sempre observadas no EGP(0), fato este ligado a não inclusão de nutrientes no sistema via adubação. Para todas as estações, o aumento da dose de EGP propiciou um aumento na concentração do N na planta, sendo as parcelas mais adubadas, especialmente nos tratamentos de EGP(100) e EGP(150), as que apresentaram as maiores concentrações de N. O N trata-se de elemento que é exigido pelas plantas em maior quantidade, geralmente representando de 20 a 40 g/kg da massa seca dos tecidos vegetais e é componente integral de muitos tecidos (TAIZ & ZEIGER, 2004). A variação da concentração do N foi de 16,17 a 26,68 g kg⁻¹, para o verão, 13,17

a 24,61 g kg⁻¹ no outono, 11,76 a 24,54 g kg⁻¹ e 14,83 a 25,81gkg⁻¹, sendo esses valores semelhantes aos encontrados por Primavesi et al. (2006), trabalhando com duas fontes químicas de N, observaram variação 17 a 24. A faixa adequada de N varia de 13 a 20 (WERNER et al., 1996), sendo essas quantidades alcançadas por todos os tratamentos, exceto para a testemunha na estação do inverno, fato esse pode ser a não adubação destas parcelas e a idade avançada das plantas, dada ao longo intervalo entre cortes.

Quando comparam-se os tratamentos EGP(50) e NPK(50) observa-se que as médias para a concentração do N foram semelhantes, revelando que as duas fontes de nutrientes são eficientes quanto ao fornecimento de N para o capim Marandu. De acordo com Ferolla et al. (2008), é importante produzir forragem com alto teor de nitrogênio total, que pode ser alcançado por meio de plantas produzidas em manejo com boas condições abióticas e fertilização adequada a fim de garantir uma massa de forragem com qualidade adequada aos animais.

Para P, as adubações com EGP e NPK propiciaram aumentos na concentração de fósforo nos tecidos, principalmente nas doses mais elevadas de EGP. No outono e inverno, o tratamento químico foi semelhante ao orgânico, na primavera e verão o tratamento orgânico foi superior ao químico, principalmente quando comparam-se as mesmas dosagens de P ha⁻¹ ano⁻¹, nos tratamentos EGP(50) e NPK(50). Apesar das doses aplicadas variarem de 0 a 150 kg de P ha⁻¹, e de haver diferença entre os tratamentos, o aumento entre as concentrações não é tão acentuada, fato esse que pode estar ligado à baixa mobilidade do P no solo (COSTA et al., 2008), que é, frequentemente, o fator que restringe o crescimento de plantas, e em consequência nos a quantidade nos tecidos (HINSINGER, 2001). Porém, as concentrações de P encontradas nos tratamentos avaliados seriam suficientes para atender as demandas deste nutriente para bovinos de corte, de bovinos de leite e de ovinos (FREITAS et al., 2007). As concentrações de P nos

tecidos foliares encontradas variam de 2,40 a 4,25 g kg⁻¹, e exceto para o tratamento testemunha, a quantidade de P nos tecidos está acima da faixa preconizada por Werner et al. (1997), que é de 0,8 a 3,0 g kg⁻¹. Esse resultado também foi observado por Silva et al. (2013) e Lana et al. (2010), que utilizando cama de frango como fonte de adubação fosfatada, também observaram concentrações de P consideradas altas.

Para as concentrações de K, as estações de outono e inverno, apresentaram valores superiores às outras estações. As médias obtidas, mostraram-se próximas a faixa ideal para o capim Marandu, sendo esta de 12 a 30 g kg⁻¹ (WERNER et al., 1996), porém o teor tem variado entre 4,3 e 28,0 g kg⁻¹ (MONTEIRO et al., 1995). A estação do outono apresentou as maiores concentrações de K, variando de 15,01 a 19,34 g kg⁻¹ e a estação da primavera os menores, variando entre 6,11 a 16,65 g kg⁻¹. De forma geral, para as plantas adubadas, os valores de K estão muito acima da quantidade diária exigida por vacas leiteiras com 400 kg de peso vivo e produções de 7 a 20 L dia⁻¹, que é de 9 g kg⁻¹ de K (NRC, 2001).

Os teores de Ca e Mg da forragem ficaram acima da faixa adequada para esses nutrientes que é de 3,0 a 6,0 g kg⁻¹ para o Ca e de 1,5 a 4,0 g kg⁻¹ para o Mg (WERNER et al., 1996), até mesmo no tratamento testemunha. Esses resultados discordam daqueles apresentados por Silva et al. (2012), que verificaram redução nas concentrações de Mg com aumento de aplicação de esterco de galinha poedeira aos 95 dias após aplicação em capim Marandu.

Os resultados para as concentrações de micronutrientes na fitomassa do capim Marandu, incluindo os minerais Fe, Mn e Zn podem ser visualizados na Tabela 7. Para os nutrientes avaliados, houve interação entre as adubações e o manejo de solo para o Fe e o Zn. Na primavera, e não houve efeito isolado para o manejo de solo. A adubação apresentou efeito significativo em todas as estações avaliadas.

Para o ferro, na estação da primavera o efeito observado quadrático, com médias superiores para o manejo com escarificação do solo (Gráfico 2). Não foram observadas diferenças para as estações do verão, outono e inverno, com respectivas médias para estas estações 187,7, 132,3, 175,2 mg kg⁻¹, sendo que essas concentrações podem estar acima das recomendadas por Malavolta (1997), se estiverem acima da faixa de 100 a 150 mg kg⁻¹. Silva et al. (2012) observam que a aplicação de cama de aviário pode elevar os teores de ferro na planta, dada a alta concentração deste nutrientes nos dejetos. Eguchi et al. (2015) também encontrou em seu trabalho excesso de ferro no tecido foliar do capim Marandu ao trabalhar com doses de EGP.

Para as concentrações de Zn, o verão não apresentou efeito significativo, com média de 43,5 mg kg⁻¹. O outono e o inverno apresentaram efeito significativo isolado, sendo que no outono, as concentrações de Zn foram superiores para os tratamentos EGP(25) e EGP(150), inferiores a esta, porém semelhantes entre si para EGP(0), EGP(50) e EGP(100), e com os menores valores associados a adubação química. Já no inverno, o EGP(150) foi superior as demais doses, e estas semelhantes entre si. Para a estação da primavera houve interação entre o manejo de solo e as adubações aplicadas, havendo uma resposta quadrática positiva e superior para o manejo com incorporação, sendo a resposta do não incorporado linear (Gráfico 3). As concentrações de Zn, conforme Abreu et al. (2007) e Werner et al. (1997) que variam de 20 a 50 mg kg⁻¹. Esses resultados são semelhantes encontrados por Eguchi et al. (2015), que também apresentou excesso de Zn nos tecidos foliares do capim Marandu.

Conclusões

O manejo de escarificação do solo para a incorporação dos adubos não afeta os teores de PB, FDN, FDA e LDA do capim Marandu, todavia a adubação com EGP propicia melhoria na composição química da forrageira.

A aplicação de adubo químico ou orgânico, desde que mantidas quantidades similares de macronutrientes, não altera os resultados das características avaliadas neste estudo.

O uso do EGP aumenta a quantidade de nutrientes no tecido vegetal e a adubação com EGP incrementa os teores de microminerais do tecido vegetal, e até, podendo atingir valores excessivos em tecido foliar de capim Marandu

Referências bibliográficas

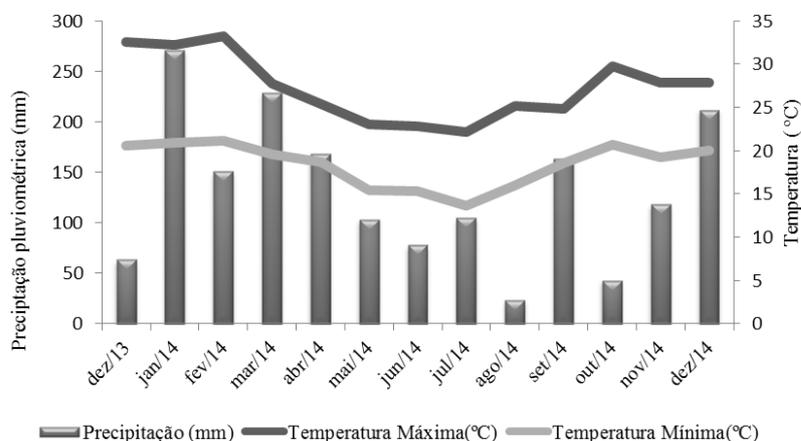
- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Análise de plantas para avaliar a disponibilidade de micronutrientes. In: Novaes, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, B.; Neves, J. C. L. (ed.) Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo SBCS, 1.ed. Cap. IX, 2007. p.676-680.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15.ed. Gaithersburg: Richmond, 1990. 1298 p.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim- Marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West Africa Journal of Applied Ecology*, v.9, p.1-11, 2006.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 57R, p. 13-28, 2008.
- COSTA, N.L.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B. et al. Fisiologia e manejo de gramíneas forrageiras tropicais. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. (Documento, n.17).
- COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; SILVA, T. O.; SILVA, T. R. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 5, p. 1419-1427, 2008.
- EGUCHI, E. S.; CECATO, U. , MUNIZ, A. S.; Productive and chemical characteristics of Marandu grass in response to poultry manure and soil chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 2015. v.19, n.6, p.527–533.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- FRANÇA, L. V. Viabilidade de produção de sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu em Cabeceiras - GO. Brasília: UPIS, 2005. 35 p. (Boletim técnico)
- FREITAS, K.R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J.A. et al. 2007. Avaliação da composição químico- bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. *Bioscience Journal* 23: 1-10.
- HEINRICH, R.; SOARES FILHO, C. V.; CRUCCIOLI, C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; FRUCHI, V. M.; KODEL, F. J.; RODRIGUES, T. A. Doses and sources of nitrogen fertilizer and their effects on soil chemical properties and forage yield of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. *Semina: Agrárias, Londrina*, v. 33, n. 5, p. 1747-1756, 2012.

- HINSINGER P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*. 2001. 237: 173–195
- LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F. de; SILVA, A. de A.; LANA, A. M. Q.; Guimarães, E. C.; Borge, E. N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.26, n.2, p.249-256, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997, 319 p
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academy Press. 483p. 1990.
- MONTEIRO, F.A., RAMOS, A.K.B., CARVALHO, D.D. De; ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; SILVA J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. *Scientia Agrícola*, v.52, n. 1p.135-141,1995.
- PELL, A. N.; SCHOFIELDS, P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 9, p. 1063-1073.
- PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.J.D. et al. 2014. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina Agrárias**, Londrina. v 35: 2147-2158
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia (N¹⁵) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 613-620, 2003.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊIA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim Marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, p.562-568, 2006.
- PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 9, p. 1063-1073.
- SANTOS, J. T.; ANDRADE, A.P.; DA SILVA, I.F. et al. 2010. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na microrregião do Brejo Paraibano. *Ciência Rural* 40: 2486- 2492.
- SILVA, A. A.; SIMIONI, G. F.; LUCENA A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria Brizantha* Cv. Marandu em Parecis/Rondônia. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, p.923-932, 2013.

- SILVA, C. C.; SANTOS, A. C. dos; SILVA, G. F.; ROCHA, J. M. L. da; PIRES, C. C.; OLIVEIRA, L. B. T. de. Resposta do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) a aplicação de NPK e fontes de matéria orgânica. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v.7, p.43-57, 2012.
- RODRIGUES, R. C.; ALVES, A. C; BRENNECKE, K.; PLESE, L. P. M.; LUZ, P. H. C. Densidade populacional de perfilhos, produção de massa seca e área foliar do capim-xaraés cultivado sob doses de nitrogênio e potássio. *Boletim Indústria Animal*, v. 63, n. 1, p. 27-33, 2006.
- RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/ colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 3, p. 394- 400, 2008.
- R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- SILVA, C. C.; SANTOS, A. C.; SILVA, G. F. da; ROCHA, J. M. L.; PIRES, C. C.; OLIVEIRA, L. B. T. de. Resposta do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) a aplicação de NPK e fontes de matéria orgânica. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v.7, p.43- 57, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.
- TIMOSSI, P. C. et al. Formação de palhada por Braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed., Cornell University Press, 1994. 476p.
- VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: Rajj, B.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p.263-273.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 263-273 (Boletim técnico, 100).

Tabelas, gráficos e tabelas

Figura 1- Dados climatológicos durante o período experimental.



Fonte: Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.

Bloco	pH	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ³⁺	Mg ²⁺	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
		CaCl ₂ -----cmol _c dm ⁻³ -----					g dm ⁻³ -----mg dm ⁻³ -----					
B1	4,90	0,00	2,54	0,77	0,67	0,11	7,36	6,90	129,00	3,96	3,01	147,62
B2	5,00	0,00	2,54	0,91	0,58	0,15	8,13	5,30	194,76	4,09	3,12	152,90
B3	4,90	0,00	2,54	0,93	0,52	0,10	7,75	6,40	180,96	3,78	3,04	133,10
B4	4,90	0,00	2,54	0,86	0,49	0,15	9,68	6,50	218,70	4,34	3,61	143,22

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 2. Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013.

Ntotal	Ca ³⁺	Mg ²⁺	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
-----%							-----mg.kg ⁻¹ -----		
1,85	31,35	3,20	4,92	35,39	0,87	2.591,8	230,99	153,15	999,02

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 3.Concentrações de proteína bruta das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Proteína bruta da lâmina foliar (g Kg ⁻¹)						
Verão	58,91C*	96,24AB	92,22B	96,11AB	103,87A	91,97B
Outono	51,10D	62,54C	66,92BC	70,27B	76,94A	65,13BC
Inverno	45,82E	68,17D	74,91C	81,617B	90,8A	66,92D
Primavera	58,38C	75,14B	75,86B	77,12B	84,44A	78,68B
Média	53,55	75,52	77,47	81,27	89,01	75,67
EPM	7,31	8,69	8,80	9,01	9,43	8,69
Proteína bruta do colmo + bainha (g Kg ⁻¹)						
Verão	37,92	35,97	35,79	36,37	39,41	33,14
Outono	34,43B	44,92A	44,82A	46,34A	47,92A	45,14A
Inverno	30,16B	39,98AB	37,90AB	44,04A	35,93AB	36,12AB
Primavera	35,86B	43,79A	43,16A	43,19A	44,82A	44,581A
Média	34,59	41,16	40,40	42,48	42,02	39,75
EPM	5,88	6,41	6,35	6,58	6,44	6,34

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem os tratamentos pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4. Concentrações fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Estação	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Fibra em detergente neutro da lâmina foliar (g Kg ⁻¹)						
Verão	745,86A*	695,89B	632,65B	641,79B	661,32B	721,15A
Outono	770,54A	683,84B	636,95BC	644,52BC	631,65BC	671,56BC
Inverno	765,45A	729,99A	651,75B	634,55B	629,68B	663,41B
Primavera	748,91A	700,19AB	649,89BC	627,07C	649,96BC	699,18AB
Média	757,69	702,4775	640,45	636,9475	643,1525	688,825
EPM	27,57	26,59	25,11	25,22	25,36	26,24
Fibra em detergente neutro do colmo + bainha (g Kg ⁻¹)						
Verão	740,76A	716,91AB	693,20BC	673,81C	708,74ABC	719,65AB
Outono	737,73A	724,22AB	693,80AB	671,17B	700,83AB	706,18AB
Inverno	773,12A	759,65AB	729,24AB	706,62B	736,26AB	742,90B
Primavera	754,17A	730,27ABC	706,49BC	687,08C	722,15ABC	732,78AB
Média	751,44	733,59	705,68	684,67	716,93	725,37
EPM	27,41	27,08	26,56	26,16	26,77	26,93
Fibra em detergente ácido da lâmina foliar (g Kg ⁻¹)						
Verão	445,15A	441,80A	415,69B	416,08B	401,30B	415,14B
Outono	463,81A	414,13B	372,35B	424,45B	372,39B	402,31B
Inverno	498,66A	449,47B	405,47C	459,34B	406,98C	435,21B
Primavera	458,80	455,12	428,49	429,25	414,62	414,93
Média	466,60	440,13	405,5	432,28	398,85	416,89
EPM	21,60	20,97	20,13	20,79	19,97	20,41
Fibra em detergente ácido do colmo + bainha (g Kg ⁻¹)						
Verão	430,00A	442,09A	411,76AB	379,40B	425,54A	427,49B
Outono	475,79A	432,67B	429,86B	416,31B	448,93AB	420,78B
Inverno	511,12A	468,15B	465,23B	451,20B	484,35AB	456,14B
Primavera	443,33A	455,29A	425,18AB	393,25B	438,11A	440,69A
Média	465,06	449,55	432,99	410,04	449,23	436,27
EPM	21,56	21,20	20,80	20,24	21,19	20,88

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5. Concentrações de lignina em detergente ácidas frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Lignina em detergente ácido da lâmina foliar (g kg ⁻¹)						
Verão	36,16A	35,82AB	34,31AB	32,19AB	29,52C	32,15AB
Outono	41,44	47,94	46,95	47,22	42,65	45,16
Inverno	44,25	43,89	43,45	41,95	44,28	42,91
Primavera	33,68	31,19	32,09	30,37	30,06	27,98
Média	39,79	41,02	40,83	39,84	38,99	38
EPM	6,30	6,40	6,38	6,31	6,24	6,21
Lignina em detergente ácido do colmo+bainha (g kg ⁻¹)						
Verão	48,36C	50,61C	62,50AB	63,44A	63,64A	55,55BC
Outono	54,73BC	50,92C	53,67BC	55,97BC	64,83A	56,18BC
Inverno ¹	49,32BC	47,65CD	44,94D	50,92BC	55,76A	52,32AB
Primavera	47,17A	49,47AB	55,62BC	58,33C	61,65C	55,31BC
Média	49,89	49,66	54,17	57,165	61,47	54,84
EPM	7,06	7,04	7,36	7,56	7,84	7,40

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

Tabela 6. Concentração de macronutrientes no tecido foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Nitrogênio (gramas kg ⁻¹)						
Verão	16,17D*	21,82BC	23,73BC	25,49A	26,68A	23,66BC
Outono	13,17C	18,19B	16,58B	24,61A	22,8A	17,31B
Inverno	11,76C	16,79B	21,43A	22,19A	24,54A	21,39A
Primavera	14,83C	19,08B	19,73B	19,96B	25,81A	19,24B
Média	13,98	18,97	20,36	23,06	24,95	20,4
EPM	3,73	4,35	4,51	4,80	4,99	4,51
Fósforo (gramas kg ⁻¹)						
Verão	2,76D	3,85AB	3,89AB	4,12A	4,03A	3,75C
Outono	2,56C	3,52B	3,61B	3,64B	3,72B	4,25A
Inverno	2,40B	3,50A	3,48A	3,45A	3,50A	3,66A
Primavera	2,53C	3,61A	3,64A	3,85A	3,78A	2,88BC
Média	2,56	3,62	3,65	3,76	3,75	3,63
EPM	1,60	1,90	1,91	1,941	1,93	1,90
Potássio (gramas kg ⁻¹)						
Verão	9,68C	11,91A	12,23A	12,55A	10,51B	9,05C
Outono	15,01C	19,34A	15,15C	15,91C	17,31B	18,44A
Inverno	14,62B	16,81A	16,65A	16,04A	13,94C	14,28B
Primavera	13,01A	6,12C	10,22B	10,81B	6,11C	10,62B
Média	13,08	13,54	13,56	13,82	11,96	13,09
EPM	3,61	3,68	3,68	3,71	3,45	3,61
Magnésio (gramas kg ⁻¹)						
Verão	5,35B	4,80C	5,18B	5,61AB	5,85A	4,25C
Outono	4,93AB	5,27AB	5,63A	5,05AB	5,49AB	4,77B
Inverno	5,08BC	5,39B	4,95B	5,26B	5,69A	4,20C
Primavera	5,18B	5,01B	5,03B	5,49B	6,21A	3,86C
Média	5,20	5,06	5,19	5,23	5,81	4,27
EPM	2,28	2,25	2,23	2,37	2,41	2,06
Cálcio (gramas kg ⁻¹)						
Verão	9,18B	11,43A	10,46A	11,01A	11,43A	11,47A
Outono	10,17AB	9,85B	12,64AB	11,42AB	12,17A	10,64AB
Inverno	8,86C	11,15A	10,69AB	10,62AB	11,36A	9,88B
Primavera	9,12C	10,97AB	10,42B	11,49A	13,47A	9,93C
Média	9,15	11,06	10,575	11,215	11,8	10,285
EPM	3,07	3,31	3,25	3,34	3,43	3,20

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes diferem para entre si para os tratamentos pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

Tabela 7. Concentração de micronutrientes no tecido foliar do capim Marandu, com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do ano.

Estações	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Ferro (miligramas kg ⁻¹)						
Verão	195,2*	174,8	187,4	197,1	193,5	178,7
Outono	135,8	114,8	127,6	160,1	125,6	129,8
Inverno	166,2	196,1	183,5	168,2	182,93	154,3
Primavera ¹	135,8B	161,9A	163,4A	168,8A	167,9A	120,0B
Média	163,2	161,9	165,4	170,3	167,4	154,2
EPM	12,77	12,72	12,86	13,04	12,94	12,42
Manganês (miligramas kg ⁻¹)						
Verão	31,71A	19,32C	21,34ABC	14,96C	20,74BC	30,28AB
Outono	26,61	25,49	23,63	22,52	26,03	19,23
Inverno	25,47	29,79	26,54	28,10	29,19	29,89
Primavera	22,95	18,26	16,91	17,53	22,19	14,92
Média	26,68	23,21	22,10	22,71	24,51	23,58
EPM	5,16	4,81	4,70	4,76	4,95	4,85
Zinco (miligramas kg ⁻¹)						
Verão	46,12	41,01	36,81	55,69	40,62	41,66
Outono	47,46B	55,97A	44,01B	43,07B	51,68A	37,19C
Inverno	67,94B	68,18B	72,56B	69,36B	87,83A	63,78B
Primavera ¹	41,01	36,09	53,68	55,64	40,95	43,51
Média	50,63	52,81	51,76	55,94	55,27	49,035
EPM	7,11	7,26	7,19	7,47	7,43	7,25

EPM: Erro padrão da média. *Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹Interação significativa entre os tratamentos de adubação e o manejo de solo.

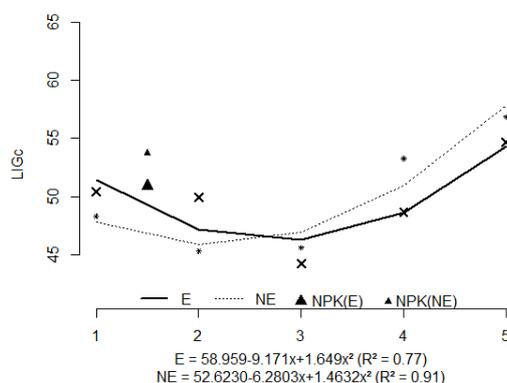


Gráfico 1. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de LDac do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

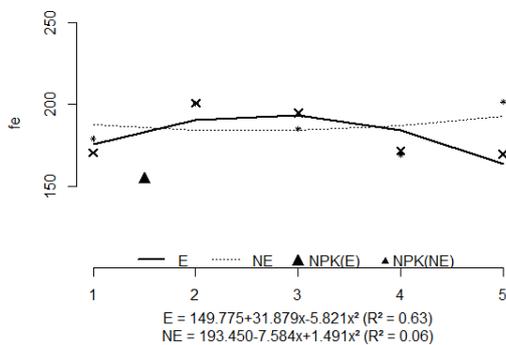


Gráfico 2. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de ferro na fitomassa do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

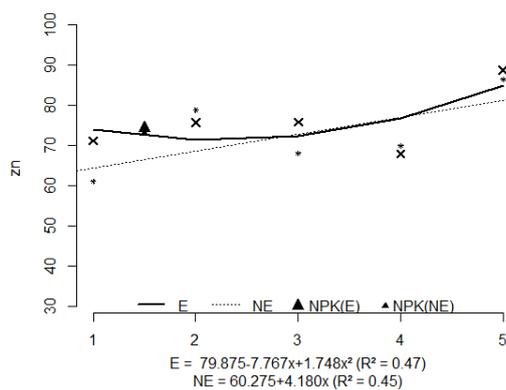


Gráfico 3. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a concentração de zinco na fitomassa do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

IV - Correlação entre monolignóides e a digestibilidade do capim Marandu fertilizado com esterco de poedeiras e incorporado ou não ao solo

(Normas: Revista Brasileira de Zootecnia - ISSN 1806-9290)

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a composição química do capim Marandu, sob doses de esterco de galinha ou adubação química, com e sem manejo de solo com escarificação a 0,2m de profundidade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial 6X2, com seis tratamentos de adubação e dois tipos de manejo de solo, com ou sem incorporação da adubação. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014). Os tratamentos foram baseados na recomendação de fósforo (P) para formação e manutenção das espécies do grupo III, segundo Oliveira (2003), de 50kg de P_2O_5 ha⁻¹, sendo as doses de P utilizadas foram: 0, 25, 50, 100 e 150kg de P ha⁻¹ com base na concentração de P contida no esterco de galinha poedeira. Para a DIVc, nas estações de verão, outono e primavera ocorreu efeito para adubação. Para a DIVf, houve efeito para de adubação nas estações de verão, outono e primavera, e interação entre os tratamentos o inverno. A concentração de monómeros Gf, Hf e Sf foram influenciadas pelas adubações aplicadas, assim como as proporções de Gc,Hc e Sc.Foi constatada correlação significativa e baixa entre a quantidade de Gf e a DIVMSf, e para Gc e DIVMSc para o tratamento EGP(50), sendo essa uma relação de grandeza negativa para a DIVMSf e para a DIVMSc. Foi constatada correlação significativa e baixa entre a quantidade de Gf e a DIVMSf, e para Gc e DIVMSc para o tratamento EGP(50), sendo essa uma relação de grandeza negativa para a DIVMSf e para a DIVMSc. Para o tratamento NPK(50) apresentou uma correlação positiva e significativa para a concentração do Sc.

Palavras chave: adubação orgânica, *Brachiaria brizantha*, forragicultura, guaiacila, hidroxifenila, siringila,

IV - Correlation between monolignoids and the digestibility of Marandu grass fertilized with manure from laying hens and incorporated or not to the soil

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the chemical composition of the Marandu grass, under doses of chicken manure or chemical fertilization, with and without soil management with scarification at 0.2m depth. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 6X2 factorial arrangement, with six fertilization treatments and two types of soil management, with or without incorporation of fertilization. The epochs of evaluation were divided into summer (2013/2014), autumn (2014), winter (2014) and spring (2014). The treatments were based on the recommendation of phosphorus (P) for formation and maintenance of the species of group III, according to Oliveira (2003), of 50kg of P₂O₅ ha⁻¹, being the doses of P used were: 0, 25, 50, 100 And 150 kg of P ha⁻¹ based on the P concentration contained in poultry manure. For the DIVC, in the seasons of summer, autumn and spring occurred effect for fertilization. For the DIVf, there was effect for fertilization in the seasons of summer, autumn and spring, and interaction between winter treatments. The concentration of monomers Gf, Hf and Sf were influenced by the applied fertilizations, as well as the proportions of Gc, Hc and Sc. It was observed a significant and low correlation between the amount of Gf and the IVDMS, and for Gc and DIVMSc for the EGP treatment (50), which is a negative magnitude ratio for the IVDMD and for the IVDICC. Significant and low correlation between the amount of Gf and DIVMSf was observed, and for Gc and DIVMSc for the EGP treatment (50), a negative magnitude ratio was found for DIVMSf and DIVMSc. For the treatment NPK (50) presented a positive and significant correlation for the concentration of Sc.

Key words: organic fertilization, *Brachiaria brizantha*, forage crops, guaiacila, hydroxyphenyl, syringyl,

Introdução

A lignina é um complexo polímero fenólico, encontrada integralmente como componente da parede celular e não pode ser digerida pelas enzimas dos animais mamíferos (VAN SOEST, 1994). Em gramíneas, a lignina é constituída por três tipos de unidades monoméricas: *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) (VANHOLME et al., 2010). As proporções desses monômeros na lignina são influenciadas pelo tipo de tecido vegetal de origem, pela espécie, pelo estágio de maturação e pelas características do ambiente (SALIBA, 1998; DIXON et al., 2001). O monômero G é capaz de realizar uma série de ligações éster, entre cada unidade, formando uma estrutura em rede, enquanto o monômero S realiza apenas ligações simples éster entre cada unidade, formando uma estrutura linear (RALPH et al., 2004).

Apesar da quantidade de lignina poder estar relacionada com a digestibilidade, outros fatores como a composição desse polímero pode afetar esta característica. Existem evidências de que a proporção relativa das unidades S e G no polímero de lignina correlacionam-se com a degradabilidade da parede celular uma vez que, em função da possibilidade de realização de um maior número de ligações, a presença do monômero G confere ao polímero uma estrutura mais condensada que dificulta sua degradabilidade (KISHIMOTO et al., 2010). Entretanto, Grabber (2005) não observou diferença na degradação da fibra quando as proporções de G e S nas plantas foram alteradas. De acordo com este último autor, a redução da digestibilidade com a maturidade da planta estaria relacionada a mudanças na estrutura e na composição química da parede celular, sendo que as alterações nas relações H, S e G da lignina provavelmente não afetam diretamente a degradação da parede celular. Já Fornalé *et al.* (2012), observaram melhora na digestão

in vitro de plantas de milho quando a relação S:G foi reduzida sem alterar a concentração de lignina.

O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, a composição monomérica da lignina, e se há correlação entre elas, em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu fertilizada com doses de esterco de poedeira, em solo manejado com ou sem incorporação do esterco.

Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, localizada em 23° 25' de latitude sul e 51° 57' de longitude oeste, com uma altitude média de 550 metros. O tipo climático predominante da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen. O período experimental foi de 20 de dezembro de 2013 a 21 de dezembro de 2014. O volume pluviométrico total foi de 1.731,2 milímetros (mm) e não ocorreram geadas durante período do estudo (Figura 1).

O experimento foi instalado em área estabelecida com capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), em cultivo singular, sendo utilizada há aproximadamente 10 anos como área de pastejo. O tipo de solo da região é o Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) com textura arenosa média e os resultados da análise química e estas podem ser observados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num arranjo fatorial 5X2 +1, com cinco tratamentos de adubação com doses de esterco de poedeira e dois tipos de manejo de solo, mais um tratamento adicional químico, usando NPK, com e sem manejo de solo. As épocas de avaliação foram divididas em verão (2013/2014), outono (2014), inverno (2014) e primavera (2014) e analisadas separadamente devido o delineamento utilizado. As adubações foram baseados na

recomendação de fósforo (P) para manutenção das espécies forrageiras do grupo III, ao qual pertence o capim Marandu, segundo Oliveira (2003), de 50kg de P_2O_5 ha^{-1} , sendo as doses de P utilizadas foram: 0, 25, 50, 100 e 150 kg de P ha^{-1} com base na concentração de P contido no esterco de galinha poedeira (EGP) (Tabela 2). Ainda foi adicionado ao trabalho um tratamento químico, com valores de NPK similares ao tratamento com EGP na dose de 50 kg de P ha^{-1} , sendo a fonte de N utilizada a uréia, a fonte de P o superfosfato triplo e a de K o cloreto de potássio. O manejo de solo proposto foi com ou sem a incorporação do EGP ou NPK, sendo realizada via escarificação mecânica a 0,2m de profundidade.

Portanto, os tratamentos utilizados foram: EPG(0):Ausência de adubação; EPGi(0). Ausência de adubação e incorporação; EGP(25)= 2.381 kg ha^{-1} de EGP; EGPi(25)= 2.381 kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(50)=4.762kg ha^{-1} de EGP; EGPi(50) = 4.762kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(100)=9.524 kg ha^{-1} de EGP; EGPi(100)= 9.524kg ha^{-1} de EGP incorporado; EGP(150) = 19.048kg ha^{-1} de EGP; EGP(150)i = 19.048 kg ha^{-1} de EGP incorporado; NPK(50): 80 kg ha^{-1} de N, 50 Kg ha^{-1} de P_2O_5 e 234 kg ha^{-1} de KCl; NPKi(50): 80 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 234 kg ha^{-1} de KCl incorporado.

Em 20 de dezembro de 2013 foi realizada a aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais, de 24m² cada. A adubação química com P e para adubação orgânica com doses de EGP, foram realizada com aplicação única. O N e K correspondentes ao tratamento químico foram parcelados e aplicados em três operações, a cada 30 dias, a partir do início do experimento. Após a aplicação dos adubos foi realizada a incorporação dos mesmos ao solo utilizando o implemento agrícola Tanden da marca IKEDA modelo DPT320M, nas parcelas correspondentes ao tratamento com esse manejo de solo.

Os cortes foram realizados a fim de simular uma situação de pastejo com lotação intermitente, considerando o ponto de corte 95% de interceptação luminosa (IL). Para mensurar o ponto de corte da forragem foi utilizado o aparelho *AccuPAR* modelo LP-80 *PAR/LAI Ceptometer*, duas vezes por semana, em quatro pontos por parcela. Quando o dossel forrageiro atingia aproximadamente 95% de IL, foram realizadas as coletas para a avaliação da forragem. O número de cortes por tratamentos e as respectivas datas estão apresentados na Tabela 3. Para a amostragem da forragem foi utilizada uma moldura metálica de 0,25 m². Foram amostrados dois pontos da parcela com corte a 0,15m do solo. Após esta coleta, toda a área da parcela foi rebaixada a 0,15m e, na sequência, realizada a remoção manual da biomassa cortada. Em seguida, foram realizados mais dois cortes para mensurar o resíduo, realizando o corte rente ao solo. Após as coletas, as amostras foram pesadas frescas e, uma subamostra foi embalada e transferida para estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS).

Uma subamostra foi encaminhada ao laboratório para separação de seus componentes morfológicos, obtendo-se as frações lâminas foliares verdes (f), colmos + bainhas verde (cb) e material morto (mm), e posteriormente pesadas frescas e secas para determinação da MS de cada fração. Em seguida, as frações f e cb foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 1mm. Posteriormente foi realizada a análise de MS definitiva, na estufa de 105 °C, utilizada para os cálculos dos parâmetros analisados (AOAC,1990). Os valores da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de acordo com a metodologia de Tilley & Terry (1963), adaptada para a utilização do rúmen artificial, desenvolvida por ANKON[®], conforme descrito por Garman (1997).

Uma subamostra do material seco e moído foi levada até o Laboratório de Bioquímica de Plantas, do Departamento de Bioquímica da Universidade Estadual de Maringá (BIOPLAN/UEM). Para determinar a composição monomérica da lignina foi

usada a oxidação com nitrobenzeno. Uma fração da parede celular, livre de proteínas (50 mg) (FERRARESE et al. 2002) foi colocada em uma ampola contendo 1 mL de NaOH 2M e 100 μ L de nitrobenzeno. A ampola foi selada e aquecida a 170°C por 2,5 horas, com agitação na metade do tempo de reação. Após oxidação, a amostra foi resfriada, lavada duas vezes com clorofórmio, acidificada com HCl 5M e extraída duas vezes com clorofórmio. Os extratos orgânicos foram combinados, secos e ressuspensos em metanol. Todas as amostras foram filtradas em filtro de 0,45 μ m e analisadas por HPLC. A fase móvel foi o metanol/ácido acético 4% em água (20/80, v/v), com fluxo de 1,2 mL min⁻¹. As quantificações de H, G e S a 290nm utilizando os padrões correspondentes. Os resultados foram expressos como miligramas de monômero mg⁻¹ de parede celular.

Os dados foram analisados separadamente por estação do ano, e submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%, e interpretadas por meio de modelo de regressão linear múltipla utilizando-se o sistema computacional R (R Development Core Team 2009). Coeficientes de correlação simples de Pearson foram calculados com as médias para determinar relações entre a composição monomérica da lignina e a digestibilidade *in vitro* dos componentes folha e colmo.

Resultados e discussão

Os resultados para DIVf e DIVcb, podem ser observados na Tabela 3. Para a DIVf, houve efeito para os tratamentos de adubação nas estações de verão, outono e primavera, e interação entre os tratamentos de adubação e manejo de solo para o inverno. As variações da DIVf em função das doses de EGP e adubação química nos dois manejos de solo encontram-se no Gráfico 1. Os dados médios para os tratamentos com incorporação do adubo ao solo foram superiores aos sem incorporação, e o efeito observado foi linear.

As médias encontradas para a DIVf foram semelhantes entre si para todos os tratamentos nas estações do verão, outono e primavera, exceto para a testemunha que sempre apresentou digestibilidade inferiores às parcelas adubadas. Para as parcelas que receberam adubação, os valores foram superiores aos encontrado por Trindade et al. (2007), que obtiveram valores médios de DIVMS 66,08% para o capim Marandu e por Gerdes et al. (2000), que obtiveram valores médios de DIVMS de 65,5%. Essa digestibilidade elevada pode estar ligada ao fato de o corte das parcelas terem sido realizado a 0,15 m do solo aliado ao manejo de IL 95%, pois segundo Pedreira et al. (2009), esta seria a melhor estratégia de desfolhação para o acúmulo de folhas, e Voltolini et al. (2010), que afirma que esse manejo de pastejo causa efeitos positivos na produção e no valor nutritivo da planta forrageira. Além disso, foi observada pouca variabilidade entre os tratamentos, e isto pode ser explicada pelo número de cortes entre as parcelas adubadas ser semelhante, exceto para o tratamento EGP(150) que apresentou três cortes a mais (Tabela 3), sendo portanto as plantas coletadas com idades fisiológicas semelhantes.

Para a DIVcb, não houve interação entre tratamentos de adubação e manejo de incorporação ao solo, sendo que nas estações de verão, outono e primavera ocorreu efeito para adubação. A estação do inverno não apresentou efeito, este fato pode estar ligado à estação avaliada, na qual as características climáticas aumentaram o intervalo entre cortes em todos os tratamentos, possibilitando o amadurecimento da planta em todas as parcelas experimentais, ao invés do seu crescimento, e por fim diminuindo a renovação dos tecidos. De forma geral, a DIVMSc os tratamento apresentaram valores semelhantes entre si, exceto o EGP(0), que teve a menor DIVMScb. Cecato et al. (2004) e França et al. (2007), trabalhando com o capim Marandu e capim Tanzânia, respectivamente, não verificaram efeito para a DIVMS.

Os valores da partição das unidades monoméricas da lignina, em miligramas grama⁻¹ de parede celular, nos monômeros siringila (S), guaiacila (G) e *p*-hidroxifenila (H) para a fração folha (f), e a relação S:G (RSf:Gf) são apresentados na Tabela 4. As médias gerais encontradas neste experimento para as concentrações dos monômeros, foram superiores as observadas por Pereira (2014), com valores médios de 2,09 para S, de 11,41 para H e de 4,50 para G, em capim Tanzânia, adubado com doses de nitrogênio. Raes et al. (2003), relataram que existe entre as espécies e entre os tecidos de origem, uma variação nas proporções dos monômeros G, S e H. Neste caso, o capim Marandu apresentou uma maior proporção de monômeros na parede celular quando comparado ao capim Tanzânia.

O monômero Gf, nas estações de verão e inverno apresentou efeito isolado para adubação, interação significativa entre o manejo do solo e a adubação na estação da primavera. Para a estação do outono não houve efeito significativo. Na primavera, a interação entre as adubações e o manejo de solo foi quadrática e negativa, com as maiores quantidades do monômero para o tratamento de EGP(50), e quadrática e positiva para o não incorporado(Gráfico 2). De acordo com Kioyta et al. (2012), ligninas com maior quantidade de monômeros G possuem maiores quantidades de ligações recalcitrantes, portanto são de mais difícil digestão. Porém, relacionando-se os resultados das concentrações de Gf (Tabela 4) com a DIVMSf (Tabela 3), não foram observados esse efeito de diminuição na digestibilidade, quando a concentração de G foi superior. Na estação do verão, o EGP(100) e o NPK(50) apresentaram os maiores valores e o tratamento EGP(150), os menores, e na estação do inverno, as parcelas menos adubadas apresentaram a menor proporção deste.

Para a concentração de Sf, foi observado efeito isolado para adubação nas estações de verão e outono e interação significativa entre as adubações e o manejo do solo para as

estações de inverno e primavera (Tabela 4). O efeito de interação nas estações de inverno e primavera pode ser observado no Gráfico 3. Para o inverno, as adubações que não foram incorporadas ao solo tiveram um efeito superior para a concentração de Sf que as incorporadas, sendo o efeito observado quadrático. Já na estação de primavera o efeito foi o inverso. Na estação do verão, as doses de EGP(25), EGP(50) e EGP(100) apresentaram as maiores médias par o Sf, e os tratamentos EGP(150) e NPK(50) as menores. No outono, as médias tiveram um comportamento semelhante à estação supracitada, sendo que nesta estação a testemunha foi semelhante aos tratamentos EGP(150) e NPK(50). Christiernin (2008) afirmou que polímeros de lignina com maiores proporções da unidade S, são mais prontamente colonizadas por microorganismos do rúmen havendo portanto uma maior digestibilidade da forragem. Novamente, fazendo-se uma comparação dos dados obtidos com a afirmação de Christiernin (2008), não foi observado aumento da digestibilidade (Tabela 3) quando houveram maiores participações do monômêro S.

Para o monômêro Hf, foi observado efeito isolado para as adubações para as estações do verão e outono, e interação significativa entre as adubações e o manejo de solo apregoado. No inverno e primavera, o efeito observado para a interação foi linear e negativo (Gráfico 4A), com diminuição na quantidade de Hf, conforme aumentaram-se as adubações, sendo que o tratamento com adubações e incorporação ao solo apresentou as menores proporções. Para a primavera, o efeito observado foi linear e negativo para as adubações com incorporação, e quadrático para as adubações não incorporadas. Assim como o monômêro G, o H forma ligações complexas, portanto a diminuição de suas proporções na lignina apresenta menos reativa, portanto mais fácil de deslignificar. Porém, se observados os dados de digestibilidade (Tabela 3), não ocorreram os efeitos esperados entre a DVMSf e a Hf. Na estação do verão, as maiores proporções de Hf foram

observadas no tratamento testemunha e na dose EGP(100). Os tratamentos EGP(25) e NPK (50) foram semelhantes entre si, e superiores aos EGP(50) e EGP(150), que apresentaram as menores concentrações. No outono, a maior participação do monômero Hf foi observada para a testemunha, e o tratamento EGP(100) os menores.

A relação S:G da fração folha (Sf:Gf) apresentou efeito para as adubações nas estações de verão e outono, e foi observada a interação significativa entre o manejo de solo e as adubações aplicadas para as estações de inverno e primavera (Tabela 4). O efeito de interação observado no inverno, foi quadrático e positivo até o tratamento de EGP(150) e apresentou as maiores médias para o tratamento sem incorporação ao solo. Já para a estação da primavera, ocorreu o efeito contrário para o tratamento de incorporação e as maiores médias foram observadas na dose EGP(50). As maiores RSf:Gf foram observadas para os tratamentos EGP(25) e NPK(50), sendo que outros tratamentos apresentaram médias semelhantes, porém inferiores. Na estação do outono, as maiores relações foram observadas para os tratamentos EGP (25, 50 e 150). De acordo com Klocket al. (2005), uma vez que o monômero S é menos recalcitrante, apresentando uma estrutura mais reativa, acredita-se que plantas com alta relação S:G sejam mais fáceis de deslignificar. No presente estudo, a relação G:S apresentou-se pouco elevada.

Os resultados da partição das unidades monoméricas da lignina, em miligramas grama⁻¹ de parede celular, nos monômeros S, G e H, e a relação S:G da fração colmo+bainha são apresentados na Tabela 5. O monômero Gcb apresentou interação significativa entre o manejo de solo e as adubações para as estações do outono e primavera e ocorreu efeito isolado para adubações nas estações do verão e inverno. Na estação do inverno, a menor quantidade de Gcb foi observada na adubação química e as maiores nas doses EGP(0), EGP(50) e EGP(150), sendo as demais semelhantes e inferiores a esta. Para a estação do inverno, foi observado efeito quadrático (Gráfico 6A) para o Gcb, sendo

que as parcelas com incorporação dos adubos ao solo foram superiores às não incorporadas, até a dose EGP(100), onde o efeito foi inverso. Para a estação da primavera (Gráfico 5B), o efeito observado também foi quadrático, porém o incorporado foi superior ao não incorporado. Para o verão, o tratamento testemunha apresentou a maior proporção de Gc, mas em contrapartida, a menor digestibilidade (Tabela 3), seguida pelo tratamento EGP(25). Com os menores valores e semelhantes entre si, estão os demais tratamentos, que quando comparados à DIVMScb, não corroborando com o trabalho realizado por Kioyra et al. (2012).

Para o monômero Scb, ocorreu interação entre o manejo de solo e as adubações aplicadas para as estações de inverno e primavera, sendo que às estações de verão e outono apresentaram efeito para as adubações. Na estação do inverno (Gráfico 6 A), o efeito observado foi quadrático, sendo que para as parcelas com incorporação da adubação, as quantidades de Sc foram superiores às não incorporadas. Para a estação da primavera (Gráfico 6B), foi observado efeito semelhante, porém as parcelas com incorporação de adubação foram superiores apenas até a dose de EGP(100), onde houve então a inversão das respostas. No verão, a adubação com EGP(150) proporcionou uma maior quantidade de Sc e, a adubação com EGP(100) a menor. As demais foram intermediárias a essas e semelhantes entre si. No outono, as menores concentrações foram observadas nas doses EGP(0) e EGP(100), e as maiores concentrações para EGP(25) e EGP(150) (Tabela 5).

O monômero H apresentou interação entre o manejo de solo e as adubações aplicadas para as estações de verão e primavera, e efeito isolado para as adubações nas estações de outono e inverno. No verão, o efeito observado foi linear e positivo (Gráfico 8 A), sendo que as parcelas com incorporação da adubação tiveram médias maiores que as não incorporadas. Para estação da primavera (Gráfico 8 B), foi observado efeito

quadrático negativo para as parcelas não incorporadas e positivo para as parcelas incorporadas, sendo que a incorporação da adubação diminuiu a quantidade de Hc até o tratamento EGP(50).

Para a RScb:Gcb, foi observado apenas efeito isolado para as adubações. A estação de verão apresentou as menores proporções para o tratamento testemunha e o de EGP(150), e as maiores para EGP(25) e NPK(50); para o outono, as maiores proporções foram observadas para os tratamentos EGP(25), EGP(50) e EGP(150), sendo os demais inferiores a estes e semelhantes entre si. Para o inverno, o EGP(0), foi o tratamento que apresentou os menores valores em comparação aos demais, e na primavera, as maiores relações S/G foram observadas nos tratamentos EGP(25) e EGP(150). Quando comparamos estes resultados com a DVMScb (Tabela 3), podemos concluir que não houve influência direta dessa relação com a digestibilidade. Esses dados não corroboram com o trabalho publicado por Chen et al. (2002), que utilizaram a transgenia para gerar 19 plantas com modificações na composição monomérica da lignina, e dentre elas, duas se destacaram por apresentar menores teores de lignina total e dos monômeros S e G, menores relações S:G, e como resultado final, DIVMS superiores em até 9,5 unidades percentuais em relação às plantas controle.

Na tabela 6 estão apresentados os coeficiente de correlação de Pearson entre unidades monoméricas da lignina siringila (S), guaiacila (G) e *p*-hidroxifenila (H) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), das frações folha(f) e colmo+bainha(cb) do capim Marandu. Foi constatada correlação significativa e baixa entre a quantidade de Gf e a DIVMSf, e para Gc e DIVMScb para o tratamento EGP(50), sendo essa uma relação de grandeza negativa para a $DIVMSf=75,66 - 0,907(Gf)$ e para a $DIVMScb=65,36 - 0,5095(Gcb)$, enfatizando que quantidades inferiores do monômero G afetam positivamente a DIVMS (KIYOTA et al., 2012). Para o tratamento NPK(50)

apresentou uma correlação positiva e significativa para a concentração do Scb, sendo a $DIVMS_{cb} = 65,36 + 0,3774(G_{cb})$. Os outros tratamentos não apresentaram nenhuma correlação. Valenciaga et al. (2009) constatou em seu trabalho uma alta correlação entre os monômeros e a digestibilidade, trabalhando com capim elefante e idades de corte, sem adubação.

Entretanto, Grabber (2005) não relatou diferença na degradação da fibra quando as proporções de G e S nas plantas foram alteradas. De acordo com este último autor, a redução da digestibilidade com a maturidade da planta estaria relacionada a mudanças na estrutura e composição química da parede celular, sendo que as alterações nas relações H, S e G da lignina provavelmente não afetam diretamente a degradação da parede celular. Formalé et al. (2012), observaram aumento na digestibilidade *in vitro* de plantas de milho quando a relação S:G foi reduzida sem alterar a concentração de lignina.

Conclusões

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca é influenciada pela adubação com esterco de galinha e/ou adubação química, sendo que as plantas adubadas tiveram maior digestibilidade que as não adubadas.

As modificações nas proporções dos monômeros não tiveram influência sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, assim como o efeito da relação entre os monômeros siringil e guaiacil.

A aplicação de doses de esterco de galinha e adubação química modificam os teores de siringil, guaiacil e *p*- hidroxifenil da lignina nas frações colmo + bainha e lâmina foliar do capim Marandu.

A proporção de monômeros siringil, guaiacil e *p*- hidroxifenil da lignina apresentaram baixa correlação com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Referências bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15.ed. Gaithersburg: Richmond, 1990. 1298 p.
- BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B.; GOMES, J.A.N.; BARBERO, L.M.; MOURÃO, G.B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.4, p.976-989, 2010.
- CECATO, U.; JOBIM, C.C.; REGO, F.C.A. et al. Sistema radicular – componente esquecido das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.159-207.
- CHEN, K.; LIN, Y.; CHEN, W.; LIU, Y. 2002. Degradation of phenol by PAA-immobilized *Candida tropicalis*. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 31, p. 490-497.
- DIXON, R. A.; CHEN, F.; GUO, D. et al. The biosynthesis of monolignols: a "metabolic grid", or independent pathways to guaiacyl and syringyl units?. *Phytochemistry*. v.7, n.57, p.1069-1084, 2001.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p
- FERRARESE, M.L.L.; ZOTTIS, A.; FERRARESI-FILHO, O. Protein-free lignin quantification in soybean (*Glycine max*) roots. **Biologia**, v.57, p.541–543, 2002.
- FORNALÉ, S.; CAPELLADES, M.; ENCINA, A. et al. Altered lignin biosynthesis improves cellulosic ethanol production in transgenic maize plants down-regulated for cinnamyl alcohol dehydrogenase.
- FRANÇA, A. F. S.; BORJAS, A. L. R.; OLIVEIRA, E. R.; SOARES, T. V.; MIYAGI, E. S.; SOUSA, V. R. 2007. Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob níveis crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. *Ciência Animal Brasileira*, v.8, p. 695- 703.
- GRABBER, J.H.. How Do Lignin Composition, Structure, and Cross-Linking Affect Degradability? A Review of Cell Wall Model Studies. **Crop Sciences**. 2005.v: 45:820
- GARMAN, C.L., HOLDEN, L.A., KANE, H.A. 1997. Comparison of in vitro dry matter digestibility of nine feedstuffs using three methods of analysis. *Journal Dairy Science* 80: 260.
- GERDES, L.; WERNER, J. C; COLOZZA, M.T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E.A.;(2000) Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras

marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:955-963.

KIYOTA E., MAZZAFERA, P., SAWAYA A.C.H.F. Analysis of soluble lignin in sugarcane by ultrahigh performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry with a do-it-yourself oligomer database. *Analytical Chemistry* 2012, 84, 7015-7020.

KISHIMOTO, T.; CHIBA, W.; SAITO, K. Influence of syringyl to guaiacyl ratio on the structure of natural and synthetic lignins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.58, n.2, p.895-901, 2010.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.618-625, 2009.

PEREIRA, V. V.; (2014). Propriedades químicas, anatômicas, biomecânicas e a composição da lignina do capim Tanzânia adudado com nitrogênio e/ou pré-tratamento com fungo da podridão branca. Tese. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Piracicaba. 157p.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

RAES, J.; ROHDE, A.; CHISTENSEN, J. H.; PEER, Y. V.; BOERJAN, W. Genome-Wide Characterization of the Lignification Toolbox in Arabidopsis. *Plant Physiology* 2003, 133, 1051-1071.

RALPH, J. ;LUNDQUIST, K.; BRUNOW, G.; LU, F.; KIM, H.; SCHATZ, P.F.; MARITA, J.M.; HATFIELD, R. D.; RALPH, S.A.; CHISTENSEN, J.H.; BOERJAN, W. Lignins: Natural polymers from oxidative coupling of 4-hydroxyphenylpropanoids. **Phytochemistry**, 2004. v.3, p.29–60.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland*. 18:104-11, 1963

TRINDADE, J.K.; (2007) Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 162p.

VALENCIAGA, D.; HERRERA, R; S;SIMOÕES, E. O.; CONGO, B.; TORRES, V. Composición monomérica de la lignina de Pennisetum purpureum vc. Cuba CT-115 y su variación con la edad de rebrote. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 43, Número 3, 2009.

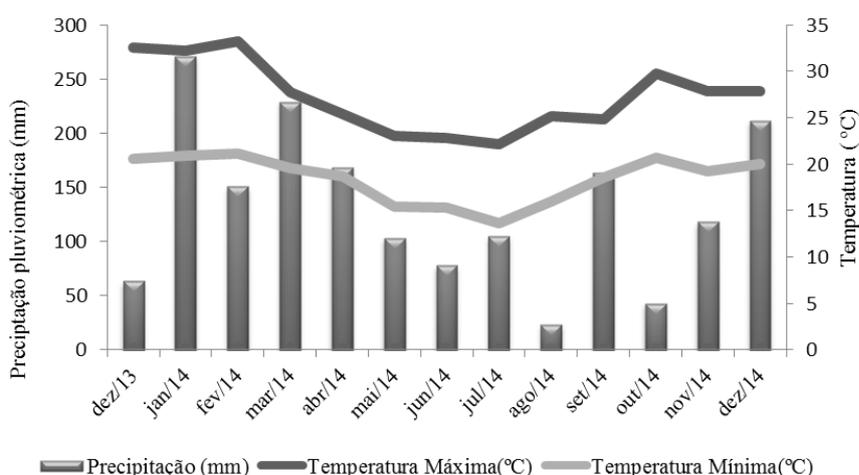
VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed., Cornell University Press, 1994. 476p.

VANHOLME, R.; DEMEDTS, B.; MORREEL, K.; RALPH, J.; BOERJAN, W. 2010. Lignin Biosynthesis and Structure. *Plant Physiology*, v.153, p. 895–905.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; CLARINDO, R. L.; Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

Tabelas, figuras e gráficos

Figura 1- Dados climatológicos durante o período experimental.



Fonte: Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental em julho de 2013.

Bloc	pH	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ³⁺	Mg ²⁺	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
o		cmol.dm ⁻³					g dm ⁻³	mgdm ⁻³				
Cacl	2											
B1	4,90	0,00	2,54	0,77	0,67	0,11	7,36	6,90	129,00	3,96	3,01	147,62
B2	5,00	0,00	2,54	0,91	0,58	0,15	8,13	5,30	194,76	4,09	3,12	152,90
B3	4,90	0,00	2,54	0,93	0,52	0,10	7,75	6,40	180,96	3,78	3,04	133,10
B4	4,90	0,00	2,54	0,86	0,49	0,15	9,68	6,50	218,70	4,34	3,61	143,22

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 2. Composição química do esterco de galinha poedeira em dezembro de 2013.

MS	Ntotal	Ca ⁺³	Mg ⁺²	K ⁺	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
-----%							-----mg.kg ⁻¹ -----			
80,70	1,85	31,35	3,20	4,92	35,39	0,87	2.591,8	230,99	153,15	999,02

Fonte: Laboratório de Agroquímica e meio ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das frações lâmina foliar e colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Época	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca da lâmina foliar (%)						
Verão	66,74B*	72,86A	72,80A	73,99A	72,41AB	73,09A
Outono	60,39B	71,98A	72,21A	71,56A	71,53A	73,11A
Inverno ¹	62,25	63,94	64,37	63,75	65,21	63,94
Primavera	65,76B	71,85A	71,81A	72,11A	71,49A	72,77A
Média	63,78	70,15	70,21	70,35	70,16	70,72
EPM	7,98	8,37	8,38	8,38	8,37	8,40
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca do colmo + bainha (%)						
Verão	54,9C	58,71AB	57,47AB	60,24AB	62,36A	63,41A
Outono	59,08B	63,98AB	66,01A	62,39AB	63,47AB	62,70AB
Inverno	61,47B	59,74AB	59,44AB	59,20AB	60,81A	61,47A
Primavera	64,50	63,12	64,88	63,18	62,48	65,42
Média	59,98	61,38	61,95	61,25	62,28	63,25
EPM	7,74	7,83	7,87	7,82	7,89	7,95

EPM Erro padrão da média; *Médias seguidas de letras diferentes diferem para entre si para os tratamentos pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹ Interação significativa entre as adubações aplicadas e o manejo de solo.

Tabela 4. Composição monomérica da lignina, nas unidades Siringila (S), Guaiacila (G) e *p*-hidroxifenila (H), miligramas de monômero mg^{-1} de parede celular, e a razão entre a siringila e a guaiacila na fraçãofolhado capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Época	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Guaiacila da fração folha(Gf)						
Verão	14,31B*	14,75B	14,45B	15,11A	12,16C	15,62 ^a
Outono	13,78	14,04	14,16	14,07	14,71	13,83
Inverno	14,37AB	14,23AB	14,3A	14,24AB	14,52A	13,77B
Primavera ¹	13,28	13,36	12,98	13,95	12,69	11,37
Média	13,95	14,09	13,97	14,34	13,52	13,64
EPM	3,73	3,75	3,73	3,78	3,67	3,69
Siringila da fração folha(Sf)						
Verão	3,92B	4,50AB	4,03B	4,36B	2,59C	2,52C
Outono	2,88B	4,20A	3,78AB	2,47B	3,84A	2,53B
Inverno ¹	2,43	3,14B	3,62	3,40	3,38	3,62
Primavera ¹	2,44	3,51	3,18	2,54	2,26	3,05
Média	2,91	3,83	3,65	3,19	3,05	2,93
EPM	1,70	1,95	1,91	1,78	1,73	1,71
<i>p</i> -hidroxifenila da fração folha(Hf)						
Verão	7,38A	5,42B	4,75C	7,22A	4,15C	5,65B
Outono	7,42A	5,60B	3,80C	3,12D	5,31B	3,29CD
Inverno ¹	6,23	5,85	5,64	5,28	5,31	5,03
Primavera ¹	6,52	4,85	3,42	4,38B	3,8	3,59
Média	6,88	5,43	4,40	5	4,65	4,39
EPM	2,62	2,33	2,09	2,23	2,15	2,09
Razão siringila:guaiacila da fração folha(RSf:Gf)						
Verão	0,28AB	0,31A	0,28AB	0,27AB	0,21C	0,32A
Outono	0,17B	0,30A	0,26A	0,17B	0,26A	0,18B
Inverno	0,17B	0,22A	0,23A	0,24A	0,23A	0,23A
Primavera	0,19B	0,26A	0,17B	0,18B	0,18B	0,25A
Média	0,20	0,27	0,23	0,23	0,22	0,24
EPM	0,45	0,52	0,48	0,46	0,46	0,49

EPM:Erro padrão da média; *Médias seguidas de letras diferentes diferem para entre si para os

tratamentos pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).¹ Interação significativa entre as adubações aplicadas e o manejo de solo.

Tabela 5. Composição monomérica da lignina, nas unidades Siringila (S), Guaiacila (G) e *p*-hidroxifenila (H), miligramas de monômero mg^{-1} de parede celular, e a razão entre a siringila e a guaiacila na fração colmo+bainha do capim Marandu, adubada ou não, ou fertilizada com doses de esterco de poedeira, nas estações do ano.

Época	Tratamentos					
	EGP(0)	EGP(25)	EGP(50)	EGP(100)	EGP(150)	NPK(50)
Guaiacila da fração colmo+bainha(Gc)						
Verão	16,48A*	14,54B	13,58C	13,87C	13,89C	13,58C
Outono ¹	15,3A	14,42B	13,12C	15,25A	14,42B	15,24A
Inverno	15,92A	15,78AB	15,95A	15,81AB	16,08A	15,33B
Primavera ¹	14,58A	13,42BC	12,31D	13,87AB	13,05C	13,27BC
Média	15,57	14,54	13,74	14,7	14,36	14,355
EPM	3,84	3,81	3,70	3,83	3,78	3,78
Siringila da fração colmo+bainha (Sc)						
Verão	3,51B	3,30B	3,51B	2,61C	4,25A	3,32B
Outono	2,41C	4,02A	3,62B	2,68C	4,42A	3,41B
Inverno ¹	2,02	2,53	2,48	2,61	2,53	2,43
Primavera ¹	2,10	2,92	2,66	1,77	3,49	2,4
Média	2,51	3,195	3,0675	2,4175	3,6725	2,89
EPM	1,58	1,78	1,75	1,55	1,91	1,71
<i>p</i> -hidroxifenila da fração colmo+bainha (Hc)						
Verão ¹	7,49AB	5,21A	6,58	7,08AB	5,34A	6,34AB
Outono	7,33C	5,23F	6,51D	10,09A	5,68E	9,28B
Inverno	6,34A	6,48A	6,39A	6,35A	6,37A	6,35 ^a
Primavera ¹	6,09C	3,05E	5,76C	8,67A	4,64D	7,03B
Média	6,81	4,99	6,31	8,04	5,50	7,25
EPM	2,61	2,23	2,511	2,83	2,34	2,69
Razão siringila:guaiacila da fração colmo+bainha (RSc:Gc)						
Verão	0,21C	0,31AB	0,28AB	0,27B	0,21C	0,32A
Outono	0,15C	0,29A	0,27A	0,17C	0,30A	0,22C
Inverno	0,13B	0,16A	0,16A	0,16A	0,17A	0,15A
Primavera	0,14C	0,23B	0,22B	0,13C	0,13C	0,19B
Média	0,157	0,24	0,23	0,18	0,20	0,22
EPM	0,396	0,49	0,48	0,42	0,45	0,462

¹EPM: Erro padrão da média; *Médias seguidas de letras diferentes diferem para entre si para os tratamentos pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).** Interação significativa entre as adubações aplicadas e o manejo de solo

Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson entre unidades monoméricas da lignina siringila (S), guaiacila (G) e *p*-hidroxifenila (H) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), das frações folha(f) e colmo(c) do capim Marandu.

Parâmetro	Tratamentos	Siringila (S)	Guaiacila (G)	<i>p</i> -hidroxifenila (H)
DIVMSf	EGP(0)	0,1714	0,4225	-0,1387
	EGP(25)	-0,0301	0,1131	0,3492
	EGP(50)	0,3632	-0,4907*	-0,1792
	EGP(100)	-0,0429	0,1046	-0,1249
	EGP(150)	-0,2956	-0,1854	-0,3415
	NPK(50)	-0,2113	-0,1216	-0,1262
	DIVMSc	EGP(0)	-0,0857	0,3640
EGP(25)		0,2182	-0,1322	0,1237
EGP(50)		0,3856	-0,5095*	0,4017
EGP(100)		-0,3297	-0,0476	-0,370
EGP(150)		-0,1871	-0,0513	-0,2815
NPK(50)		0,3774*	-0,0443	0,1892

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

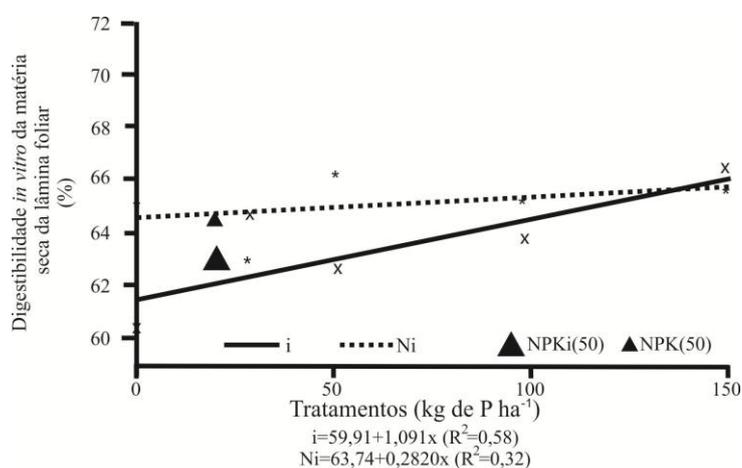


Gráfico 1. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação do inverno.

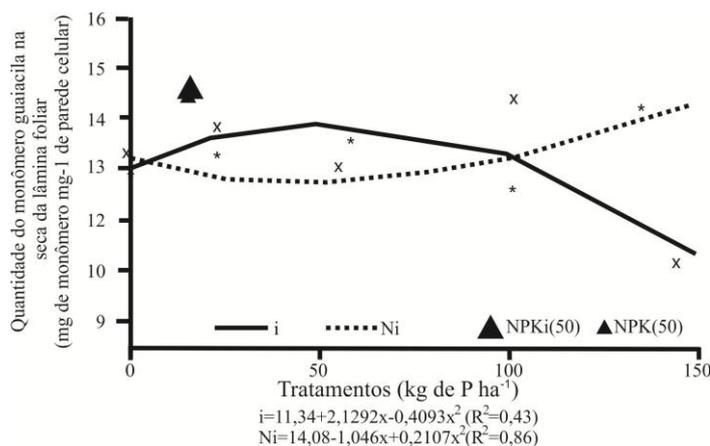


Gráfico 2. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero guaiacila da lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, na estação da primavera.

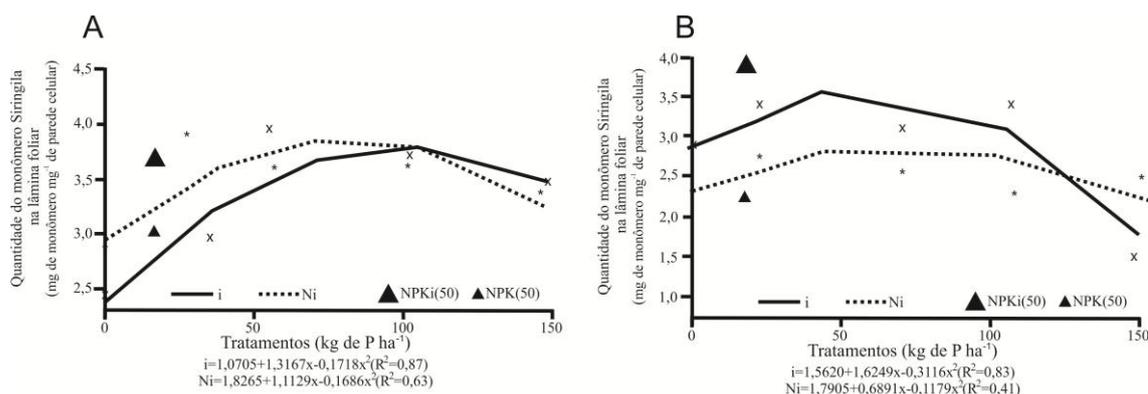


Gráfico 3. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação a quantidade do monômero *p*-hidroxifenila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).

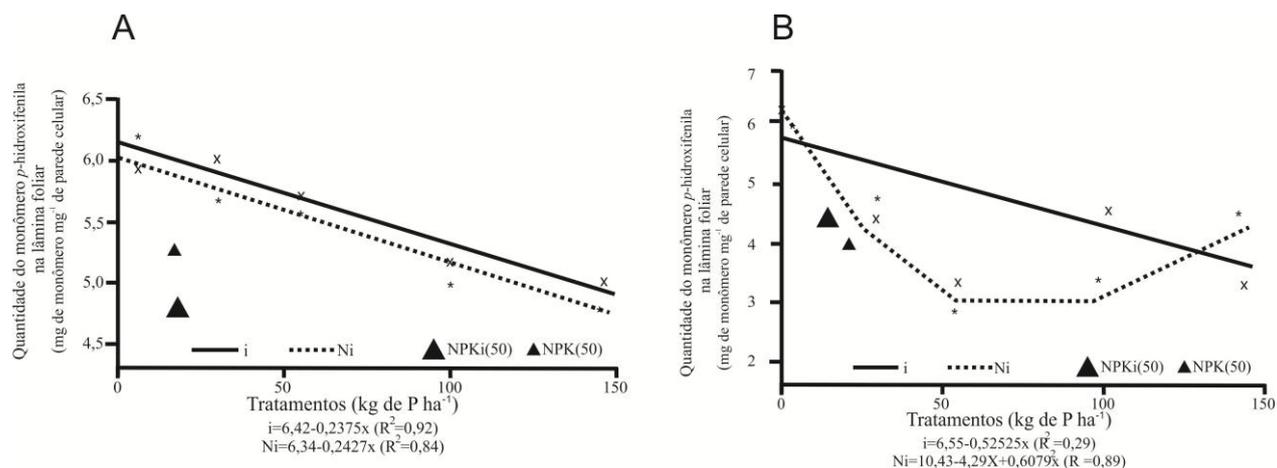


Gráfico 4. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação a quantidade do monômero *p*-hidroxifenila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).

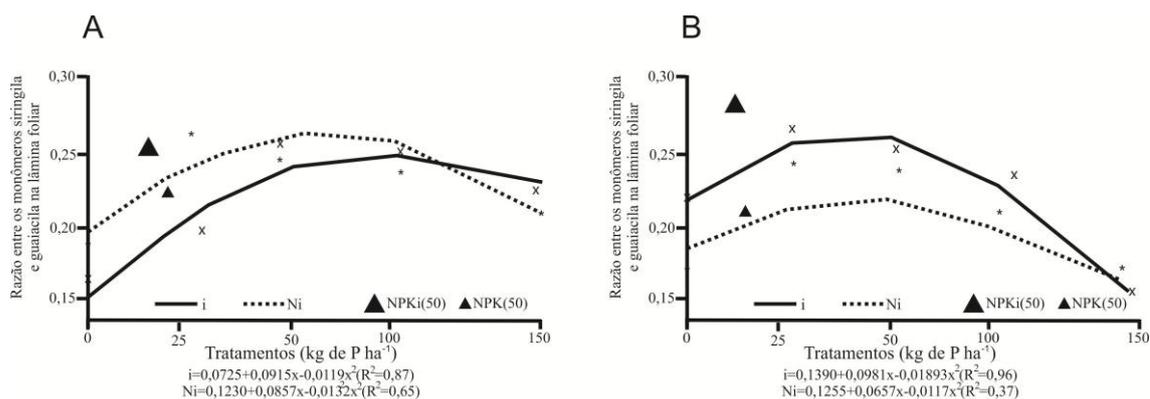


Gráfico 5. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a razão entre a quantidade do monômero siringila e guaiacila na lâmina foliar do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).

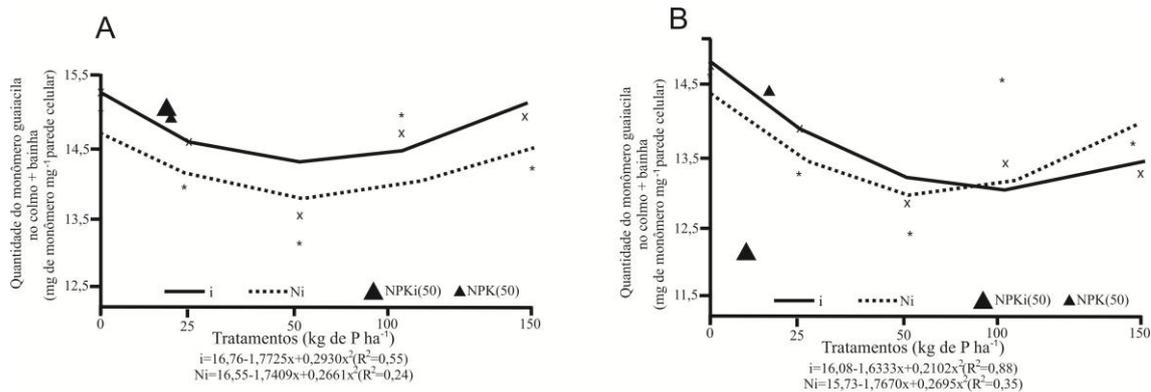


Gráfico 6. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero guaiacila no colmo+bainha do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do outono(A) e da primavera(B).

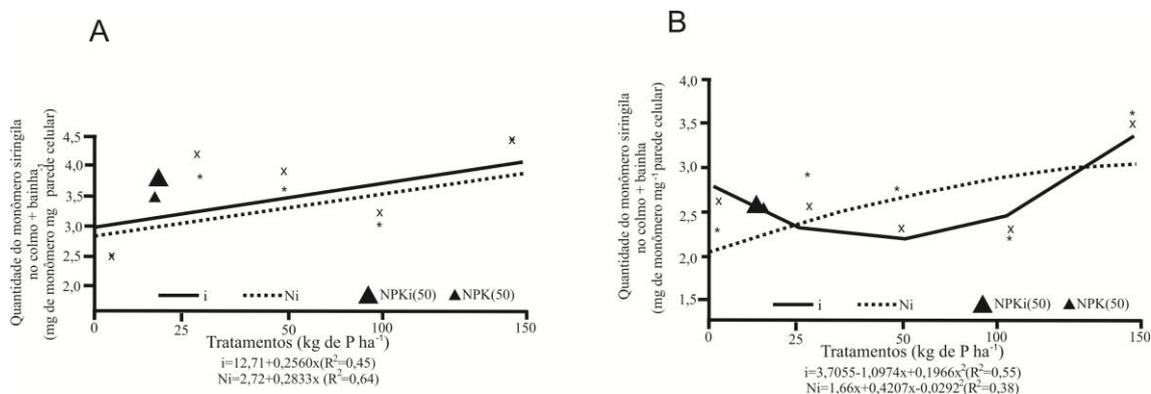


Gráfico 7. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero siringila no colmo+bainha do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do inverno(A) e da primavera(B).

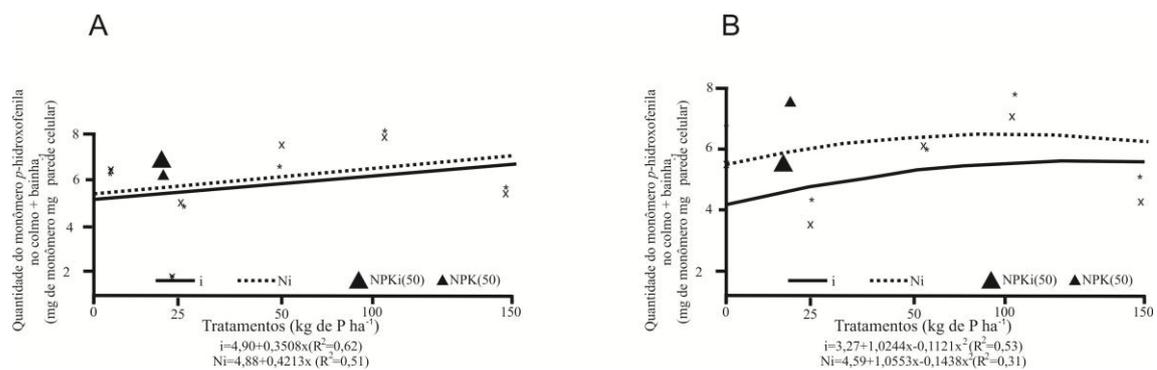


Gráfico 8. Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a quantidade do monômero *p*-hidroxiifenila no colmo+bainha do capim Marandu em solo fertilizado com doses de esterco de poedeira ou adubo químico, com ou sem manejo de incorporação ao solo, nas estações do verão (A) e da primavera(B).