

CAROLINA ANDRADE FRANCO

**ATRIBUTOS ELETRO-QUÍMICOS, FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE
BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDU SOB INFLUÊNCIA DA CAMA DE
FRANGO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia como parte das
exigências do curso de Agronomia.

Orientador:

Prof. Dr. Bruno Teixeira Ribeiro

Co-orientadora:

Prof^ª. Dr^ª. Adriane de Andrade Silva

**UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

CAROLINA ANDRADE FRANCO

**ATRIBUTOS ELETRO-QUÍMICOS, FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE
BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDU SOB INFLUÊNCIA DA CAMA DE
FRANGO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia como parte das
exigências do curso de Agronomia.

APROVADA em 27 de Setembro de 2013

Prof. Dr. Bruno Teixeira Ribeiro
(orientador)

ICIAG - UFU

Prof^ª. Dr^ª. Adriane de Andrade Silva
(co-orientador)

ICIAG - UFU

Eng. Agr. Pedro Afonso Coutro Junior
(membro de banca)

UFU

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	4
RESUMO.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Cama de frango.....	7
2.2 O Cerrado e nutrição de <i>Brachiaria brizantha</i>	8
2.3 A cama de frango como condicionador de solo.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1 Atributos eletro-químicos do solo.....	15
4.2 Atributos indicadores de fertilidade do solo.....	16
4.3 Nutrição da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	19
4.4 Produtividade da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	21
5 CONCLUSÕES.....	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Atributos químicos do Latossolo Vermelho Eutrófico utilizado no experimento.....	12
2	Atributos físico-químicos da cama de frango utilizada no experimento.....	12
3	Quantidade de nutrientes correspondente a 1Mg ha ⁻¹ de cama de frango.....	13
4	Resumo da análise de variância para os atributos químicos, teores no solo e teores foliares, obtidos no experimento de doses de cama de frango aplicada em pastagem com <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	14

RESUMO

FRANCO, C. A. **Atributos eletro-químicos, fertilidade do solo e nutrição de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob a influência da cama de frango.** 2013. 26 f. Trabalho de conclusão de curso 2 – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG¹.

O aproveitamento e destinação final de grandes quantidades de resíduos constitui-se um dos maiores desafios atuais da humanidade. Assim, torna-se uma questão sócio-ambiental encontrar destinos adequados a esta grande quantidade de resíduos. Neste contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas de produção e reutilização dos resíduos orgânicos. Uma das formas de utilizar tais resíduos é a aplicação em solos como condicionador de seus atributos químicos, físicos e biológicos. Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar alguns atributos químicos do solo e nutricionais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob influência de diferentes doses de cama de frango. O experimento foi realizado em uma área de Latossolo Vermelho Eutrófico (textura argilosa) sob pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), relevo plano, localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM, Uberlândia, MG. Por ocasião da instalação do experimento, realizou-se a amostragem do solo nas camadas 0-10, 10-20 e 20-40 cm para caracterização química. Os tratamentos consistiram de sete doses de cama de frango (0 – controle; 4, 8, 12, 16, 20 e 40 Mg ha⁻¹), dispostos em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, tendo cada parcela experimental 5 x 5 m. A aplicação foi realizada em superfície, manualmente e sem incorporação em dezembro de 2010. A coleta de material foliar foi realizada aos 60 dias após a aplicação e levada para ser analisada em laboratório. Aos 90 dias realizou-se a coleta de solo da camada 0-10 cm para determinação dos atributos químicos. Mesmo em um solo considerado fértil (eutrófico), a cama de frango contribuiu para melhoria da sua fertilidade, resultando em maior produção de massa seca. A cama de frango influenciou a nutrição da pastagem, aumentando os teores dos macronutrientes N, K, Mg e S e dos micronutrientes Cu e Zn. Uma redução na absorção de Fe e Mn foi observada, indicando uma possível complexação pela matéria orgânica da cama de frango.

Palavras-chave: pastagem, nutrição de plantas, resíduos orgânicos

¹ Orientador: Prof. Dr. Bruno Teixeira Ribeiro – ICIAG - UFU.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050 haverá 9 bilhões de pessoas necessitando de comida em quantidade e qualidade suficiente no planeta Terra (FAO). Assegurar alimentação a essa população é um desafio não só político, mas também da agricultura mundial. Assim, desenvolver tecnologias que aumentem a produção de alimentos torna-se, além de um desafio, uma obrigação. Ao passo que aumentar a produção de alimentos é essencial, também é imprescindível dar destino adequado a inúmeras toneladas de resíduos provenientes das atividades agroindustriais. Por isso, a exigência de políticas ambientais voltadas ao manejo correto desses resíduos tem se tornado mais rigorosa nos últimos anos.

As transformações existentes nos sistemas de criação avícola intensivos visam atender uma demanda mundial de alimentos. Porém essas mudanças carecem de uma criteriosa estruturação, onde se evite o uso inadequado de promotores de crescimento, antibióticos, resíduos sólidos e líquidos dos setores produtivos, evitando a ocorrência de problemas ambientais.

A cama de frango é o resíduo principal da atividade avícola. O aumento do volume da mesma tem elevado à necessidade de se estudar sua viabilidade como adubo orgânico. Uma outra opção de uso era como alimento para ruminantes, que em 2004 foi proibido pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), por provocar a Encefalopatia espongiforme bovina – Doença da “Vaca-Loca”.

O bioma Cerrado corresponde a mais ou menos dois milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro e tem tido suas características modificadas principalmente pela produção agropastoril. Seus solos apresentam boas características físicas, quanto à drenagem, aeração, resistência ao escorrimento, entre outros, mas em relação as características químicas, este bioma apresenta algumas peculiaridades como altas taxas de alumínio, de forte a moderadamente ácido, teor de matéria orgânica entre baixo a médio, por exemplo (Ferreira, 2009).

As características do Cerrado de árvores de médio e baixo porte, com ramificações tortuosas, com arbustos e subarbustos espalhados aleatoriamente, com cascas grossas, resistentes ao fogo, com folhagens rígidas e coriáceas, vêm sendo substituída gradualmente pelo homem. A atividade antrópica tem trocado essas características por pastagens, eliminando as espécies arbóreas, no sentido de aumentar a área destinada a produção animal ou pela produção de grãos e cereais.

O desmatamento do Cerrado, transformado em pastagens, e a não reposição dos nutrientes exigidos pelas espécies do bioma têm causado sua degradação natural.

Por sua vez, a cama de frango, como todo o resíduo orgânico, não pode ser descartada aleatoriamente no ambiente pois, lançada em mananciais de água, pode reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido na água, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo que a queda da taxa de oxigênio na água pode reduzir ou exterminar a fauna aquática.

Uma das alternativas para o uso da cama de aviário está na recuperação do solo de pastagens degradadas. Espera-se desse resíduo orgânico, o fornecimento de nutrientes para as plantas e de matéria orgânica para a atividade microbológica, preservando e fortalecendo os componentes naturais do solo. Dessa forma, a fertilização do solo pode recuperar áreas degradadas, incrementar a produtividade das culturas comerciais e diminuir os impactos ambientais decorrentes do aumento dos resíduos gerados por sistemas intensivos da criação avícola.

A aplicação de resíduos orgânicos, como a cama de frango, em solos, apresenta dois aspectos de importância: (1) agrônômico: melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos; (2) ambiental: redução do impacto causado por esses resíduos quando dispostos de maneira inadequada.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar alguns atributos químicos do solo e nutricionais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob influência de diferentes doses de cama de frango em um Latossolo Vermelho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cama de frango

Para Benedetti *et al.* (2009) a cama de frango pode ser feita de maravalha, casca de arroz, café ou de palhada e tem por objetivo proteger o animal do contato direto com o chão e ainda favorece a incorporação de fezes, urinas, penas, descamações da pele e absorve água e restos de alimentos. Ainda segundo este autor, a qualidade do resíduo produzido vai depender fundamentalmente de como ele foi produzido, ou seja, do manejo a que os animais foram submetidos.

Estima-se que 1.000 aves produzam quatro toneladas de cama de frango por ano (Konzen, 2003). Um galpão com 33.000 aves, por exemplo, produzirá cerca de 130 toneladas em um ano. Em geral, as aves convertem em carne apenas uma pequena parte do alimento

consumido (ração). Ocorre então, uma alta concentração de elementos provindos da ração nos dejetos das aves.

A adição de resíduos orgânicos pode reduzir sua quantidade de oxigênio a valores inferiores às necessidades da fauna aquática, provocando a sua exterminação. Segundo a legislação ambiental, os mananciais de água podem conter até 5 mg/L de DBO, com até 4.000 coliformes fecais por 100 mL, e dependendo da classe do rio esses valores poderão ser ainda mais restritivos.

Tanto os dejetos de suínos quanto a cama de frango podem constituir fertilizantes eficientes e seguros na produção de grãos e de pastagem, desde que precedidos dos ativos ambientais que assegurem a proteção do meio ambiente (Konzen, 2003). A cama das aves também pode ser biodigerida, produzindo biogás e biofertilizante (Palhares, 2004). O biogás pode ser utilizado no aquecimento do próprio aviário no início do desenvolvimento das aves, representando uma importante fonte de energia renovável. Quanto ao biofertilizante, esse pode ser utilizado como fonte de nutrientes para diferentes culturas.

O resíduo produzido no aviário deve passar por um processo denominado de compostagem, visando à estabilização do produto, uma maior disponibilização dos nutrientes e também uma melhoria dos atributos físicos (temperatura e densidade, por exemplo) da cama de frango.

2.2 O Cerrado e nutrição da *Brachiaria brizantha*

Os cerrados ocupam 22% do território nacional, com uma área total de aproximadamente 208 milhões de hectares. Está inserido na totalidade do estado de Goiás e Distrito Federal e estende-se por parte significativa dos estados de Minas Gerais, Bahia, Ceará, Piauí, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará e Tocantins (SANO; JESUS; BEZERRA, 2001). Devido à enorme ocupação deste bioma no território, ele apresenta diferentes fitofisionomias e uma enorme variedade de espécies animais.

Seus solos apresentam boas características físicas, quanto à drenagem, aeração, resistência ao escoamento, entre outros, mas em relação as características químicas, esse bioma apresenta altas taxas de alumínio, sendo classificado como forte a moderadamente ácido, com teor de matéria orgânica entre baixo a médio, por exemplo.

Zimmer e Euclides Filho (1997) relatam que quase 10% do território nacional é cultivado sob pastagens de *Brachiaria sp.*, correspondendo a aproximadamente 80 milhões de hectares. Spain e Gualdrón (1991) estimam que 50% das pastagens brasileiras estão em processo degradativo.

A degradação das pastagens é o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais. Esse declínio é devido a vários fatores – a baixa fertilidade natural dos solos e a exigência nutricional das plantas (OLIVEIRA, 2000; LUZ *et al.*; 2001), ausência de reposição de nutrientes, uso indiscriminado do fogo, altas pressões bióticas (pragas e doenças), como o ataque da cigarrinha das pastagens – que culminam com a dominância total da área por espécies espontâneas (SERRÃO, 1971). Além desses fatores, a lotação animal excessiva (superpastejo), sem os ajustes de carga, e a ausência de correção e de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação (MACEDO, 2001; OLIVEIRA, 2000).

A pecuária de corte do cerrado brasileiro desenvolvia-se com baixíssimos índices zootécnicos até o advento da *Brachiaria*, visto que até então a pecuária nacional baseava-se em pastagens nativas onde a capacidade de suporte era, segundo Zimmer e Corrêa (1999), em média, 10 vezes inferior, e ocupava uma área muito maior (pecuária extensiva), afetando a produtividade. A melhoria das pastagens ocorreu devido à boa capacidade produtiva destas gramíneas, mesmo em solos com baixa fertilidade natural. Isso gerou uma revolução no setor produtivo da região e no rebanho nacional em curto espaço de tempo (BARCELLOS, 1996; EUCLIDES FILHO, 1996).

Entre as espécies utilizadas, a *Brachiaria brizantha* apresenta grande potencial produtivo, pois é uma espécie de grande diversidade, é uma planta perene, cespitosa, robusta, com folhas linear-lanceoladas, presença de rizomas curtos e encurvados (SOARES FILHO, 1994). A cultivar Marandu, lançado em 1984, pela Embrapa, apresenta porte ereto, com 1,5 a 2,5 m de altura, colmos inicialmente prostrados, mas com produção de perfilhos eretos ao longo do seu crescimento. Apresenta perfilhamento intenso, e sua principal característica é a resistência à cigarrinha-das-pastagens, sendo, porém, menos persistente em solos ácidos e fracos (VALLE *et al.*, 2001).

Trata-se de uma gramínea de boa produtividade, tolerante à seca, com boa resposta a aplicação de fertilizantes, resistente ao frio, com capacidade de desenvolvimento em condições de sombreamento, com produção de uma forragem de excelente qualidade nutritiva. Como características negativas, essa cultivar não é tolerante a solos mal drenados e tem necessidade de solos férteis. Outro atributo importante é que a cultivar Marandu não causa fotossensibilização de bovinos, como outras espécies de braquiárias.

O valor nutritivo de uma forrageira é definido por Gomide (1995), como sendo a capacidade da forrageira em fornecer ao ruminante os nutrientes de que necessitam, em

quantidades que satisfaçam suas exigências, a fim de permitir-lhe exercer suas funções, destacando-se energia e proteína, além dos minerais e algumas vitaminas.

De modo geral, existe relação entre a concentração de determinado nutriente na planta e seu crescimento ou produtividade. Segundo Munson e Nelson (1973) o nível de nutriente dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para afetá-lo. A chegada de nutrientes às raízes sofre a variação com a especiação iônica (que sofre influência dos fatores do solo), com a espécie da planta (que atua com seletividade iônica) e também, com a densidade de raízes na área avaliada, além da disponibilidade de nutrientes na solução do solo e do pH (BALIGAR, 1985).

Epstein (1965) descreveu as concentrações médias dos nutrientes na massa seca da parte aérea das plantas com crescimento adequado, quanto aos macronutrientes; nitrogênio 1,5 g kg⁻¹; fósforo 0,2 g kg⁻¹; potássio 1,0 g kg⁻¹; enxofre 0,1 g kg⁻¹; cálcio 0,5 g kg⁻¹; magnésio 0,2 g kg⁻¹; e micronutrientes como o ferro 100 mg kg⁻¹; manganês 50 mg kg⁻¹; cobre 6 mg kg⁻¹; zinco 20 mg kg⁻¹; boro 20 mg kg⁻¹; cloro 100 mg kg⁻¹; molibdênio 0,1 mg kg⁻¹.

A quantidade e a qualidade dos macro e micronutrientes disponíveis à planta é que vão interferir diretamente no valor nutricional e na qualidade das forrageiras. Deve-se observar além do incremento dos elementos essenciais no processo produtivo, as interações antagônicas e sinérgicas entre os mesmos.

2.3 A cama de frango como condicionador do solo

A adubação orgânica é uma prática antiga e conhecida no mundo todo. Utilizada no melhoramento da fertilidade dos solos, que constitui uma alternativa adotada por muitos agricultores, para obterem aumentos na produção de alimentos e para o melhoramento das pastagens (FEITOSA FILHO, 1990). Quando aplicada ao solo, através da sua decomposição, ocorre liberação e o aumentando da disponibilidade de nutrientes. Isso irá ocorrer em níveis que dependerão da quantidade e da qualidade do adubo adicionado e das condições do solo (umidade, temperatura, pH, forma de aplicação, entre outros). Caso seja utilizado em quantidades elevadas e freqüentes, poderá causar fitotoxidez (FERREIRA e CRUZ, 1991).

O Nitrogênio (N) presente em adubos orgânicos ocorre na forma orgânica e mineral. A mineralização da fração de N orgânico depende da temperatura, da umidade, práticas de cultivo, do teor de matéria orgânica no solo e da composição microbiota do sistema. O manejo dessas variáveis torna possível, ainda que difícil, o controle da liberação de N às plantas (ISHERWOOD, 2000).

Estes adubos, além de fonte de micronutrientes, podem também aumentar a solubilidade dos nutrientes já existentes no solo através da sua decomposição por microorganismos, ou reduzir sua concentração através da atividade iônica e da formação de complexos solúveis com anions de ácidos orgânicos (NORVELL, 1972).

Segundo Rocha *et al.* (2004) o uso de resíduos orgânicos na forma de esterco de animais, compostos e resíduos vegetais podem atuar na neutralização de toxidez de Al, através da matéria orgânica que libera ligantes orgânicos que irão complexar o alumínio reduzindo sua atividade e toxidez às plantas.

Para a recomendação correta dos resíduos orgânicos, deve-se observar o custo do produto; disponibilidade próxima ao local de aplicação, pois o frete poderá inviabilizar sua utilização; as dificuldades de manejo (ex: forma de aplicação ou a necessidade de maquinários específicos); as diferenças entre os tratamentos culturais e as necessidades nutricionais da cultura implantada.

Selbach e Sá (2004) alertam para possíveis impactos ambientais com o uso do resíduo, entre eles o aumento do teor de nitrato em águas subterrâneas e superficiais; o arraste de material orgânico solúvel ou particulado pela enxurrada ou descarga em cursos d'água, provocando eutrofização; aumento da matéria orgânica da água, elevando a demanda bioquímica por oxigênio (DBO), com prejuízo à vida aquática; alterações excessivas de pH do solo, com a aplicação de grandes quantidades de resíduos alcalinos ou ácidos; acúmulo de metais pesados no solo, inviabilizando a produção agrícola de produtos para o consumo humano.

Até recentemente, a recomendação para aplicação de cama de frango era baseada na quantidade de nitrogênio presente na cama e nas exigências das culturas. Atualmente, atendendo as normas de segurança ambiental, sugere-se que essa recomendação seja feita com base no conteúdo de fósforo da cama (Menezes *et al.*, 2004).

Em resumo, a cama de frango como condicionadora do solo vai proporcionar:

3 MATERIAL e MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de Latossolo Vermelho Eutrófico (textura argilosa) sob pastagem natural (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), relevo plano, localizada no Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM, Uberlândia, MG.

Por ocasião da instalação do experimento, realizou-se a amostragem do solo nas camadas 0-10, 10-20 e 20-40 cm para caracterização química de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2009) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Eutrófico, Uberlândia - MG.

Camada (cm)	pH	S-SO ₄ ²⁻ -----mg dm ⁻³ -----	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
													-----%-----	%
0-10	6,2	3,0	39,4	186,0	0,0	5,0	1,2	3,8	6,7	6,7	10,5	64,0	0,0	3,6
10-20	6,3	1,0	21,0	132,0	0,0	4,9	0,9	3,6	6,1	6,1	9,7	63,0	0,0	3,1
20-40	6,4	0,0	23,0	82,0	0,0	4,6	0,8	3,0	5,6	5,6	8,6	65,0	0,0	2,1

pH: pH em água (relação 1:2, 5); P: fósforo disponível; SB: soma de bases; t: capacidade de troca de cátions efetiva; T: capacidade de troca de cátions potencial a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; MO: matéria orgânica.

Os tratamentos consistiram de sete doses de cama de frango (0 – controle; 4, 8, 12, 16, 20 e 40 Mg ha⁻¹), dispostos em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, tendo cada parcela experimental 5 x 5 m. A aplicação foi realizada em superfície manualmente sem incorporação em dezembro de 2010. Alguns atributos da cama de frango são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Atributos físico-químicos da cama de frango utilizada, Uberlândia, MG.

Atributo	Base seca – 110°C	Umidade Natural
pH em CaCl ₂ 0,01mol L ⁻¹	7,5
Densidade (g cm ⁻³)	0,49
Umidade Total (%)	19,33
Materiais Inertes (%)	0,00
Matéria orgânica total (%)	73,35	59,17
Carbono Total (%)	40,75	32,87
Carbono orgânico (%)	39,17	31,59
Resíduo Mineral Total (%)	27,25	21,98
Resíduo Mineral Solúvel (%)	17,13	13,82
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	10,12	8,16
N total (%)	2,68	2,16
P total (%)	4,76	3,84
K total (%)	4,17	3,36
Ca total (%)	3,34	2,69
Mg total (%)	0,70	0,56

S total (%)	0,38	0,31
Cu total (mg kg ⁻¹)	1025	827
Mn total (mg kg ⁻¹)	235	190
Zn total (mg kg ⁻¹)	843	680
Fe total (mg kg ⁻¹)	1810	1460
B total (mg kg ⁻¹)	35	28
Na total (mg kg ⁻¹)	6749	5444
Relação C/N (C total e N total)	15/1	15/1

A Tabela 3 resume a quantidade de nutrientes disponíveis a cada 1 Mg ha⁻¹ de cama de frango utilizada.

Tabela 3. Quantidade de nutrientes correspondente a 1Mg ha⁻¹ de cama de frango.

Dose	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe	B
1Mg ha ⁻¹ de cama de frango	23	40	35	28	6	3	1	0,2	1	2	0,03

Após 60 dias da aplicação da cama de frango, realizou-se a primeira coleta da forragem para a avaliação da produtividade da área e para a determinação dos teores foliares de macro e micronutrientes de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). A coleta foi realizada a uma altura de aproximadamente 10 cm do solo. Para isso, foi lançado um gabarito de 1 x 1 m em cada parcela coletando-se o material no centro do mesmo. As amostras de material vegetal foram levadas ao laboratório, secas ao ar em casa de vegetação e, posteriormente, moídas e pesadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste-F) utilizando-se o Software Sisvar (Ferreira, 2008).

Aos 90 dias após a instalação do experimento, realizou-se a amostragem do solo na camada 0-10 cm para caracterização química do solo: pH, matéria orgânica, macro e micronutrientes, acidez potencial e trocável, saturação por bases, saturação por alumínio de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 é apresentado um quadro-resumo da análise de variância. Foi observado efeito significativo das doses de cama de frango, em relação aos teores no solo: Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), CTC efetiva (t), Soma de Bases (SB) e Saturação por bases (V);

em relação aos teores foliares: Nitrogênio (N), Potássio (K), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os atributos eletro-químicos, teores no solo e teores foliares, obtidos no experimento de doses de cama de frango aplicada em pastagem sob *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Atributos	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
pH em água	0,17	0,029	0,45	0,84 ^{ns}
pH em KCl	0,44	0,070	1,05	0,42 ^{ns}
Δ pH	0,17	0,03	2,44	0,06 ^{ns}
PCZ	1,14	0,19	2,12	0,09 ^{ns}
Fósforo (P) no solo	1259,38	209,89	6,14	0,00 [*]
Potássio (K) no solo	0,52	0,08	4,06	0,01 [*]
Cálcio (Ca) no solo	4,72	0,78	6,86	0,00 [*]
Magnésio (Mg) no solo	0,66	0,11	1,34	0,28 ^{ns}
Acidez Potencial (H ⁺ + Al ³⁺) no solo	2,37	0,39	1,51	0,22 ^{ns}
CTC efetiva (t)	11,57	1,93	10,67	0,00 [*]
CTC total (T)	6,22	1,04	2,44	0,06 ^{ns}
Soma de bases (SB)	11,57	1,93	10,66	0,00 [*]
Saturação por bases (V)	528,72	88,12	6,01	0,00 [*]
Matéria Orgânica (MO)	337,62	56,27	1,47	0,24 ^{ns}
Nitrogênio foliar	375,92	62,65	43,31	0,00 [*]
Fósforo foliar	24,21	4,04	0,82	0,57 ^{ns}
Potássio foliar	331,86	55,31	10,73	0,00 [*]
Cálcio foliar	0,94	0,16	1,69	0,17 ^{ns}
Magnésio foliar	2,69	0,45	3,18	0,02 [*]
Enxofre foliar	1,18	0,19	12,18	0,00 [*]
Boro foliar	7,00	1,17	1,11	0,39 ^{ns}
Cobre foliar	69,06	11,51	11,24	0,00 [*]
Ferro foliar	288794,4	48132,39	6,32	0,00 [*]
Manganês foliar	6018,86	1003,14	2,68	0,04 [*]
Zinco foliar	389,75	64,96	13,06	0,00 [*]

* – Efeito significativo pelo teste F de 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

4.1 Atributos eletro-químicos do solo

A aplicação de cama de frango não teve influência nos valores de pH em água e em KCl e, conseqüentemente, nos valores de ΔpH e PCZ (Figura 1). Alterações nos valores de pH do solo estariam relacionadas com um possível ambiente redutor criado pela adição de material orgânico ao solo, com a cama de frango. Nessa condição ocorre um consumo de íons H^+ com conseqüente aumento do pH (Doelsch et al., 2009).

A agregação e os atributos eletroquímicos das partículas minerais e orgânicas do solo estão intimamente relacionados. O primeiro passo para a agregação do solo é a floculação da fração argila – um fenômeno físico-químico. A floculação do solo será máxima quando a quantidade de cargas positivas e negativas no solo forem iguais, em outras palavras, quando o solo estiver no seu ponto isoelétrico (Tan, 1993).

Uma das formas de se avaliar se as partículas do solo estão predominantemente carregadas negativamente, positivamente ou neutras é por meio do ΔpH – diferença entre o pH em solução KCl 1M e o pH em água (Alleoni & Camargo, 1994). Valores negativos para ΔpH indicam o predomínio de cargas negativas, valores positivos predomínio de cargas positivas e, quando o ΔpH for igual a zero existe uma igualdade de cargas positivas e negativas, condição que favorece a floculação das partículas.

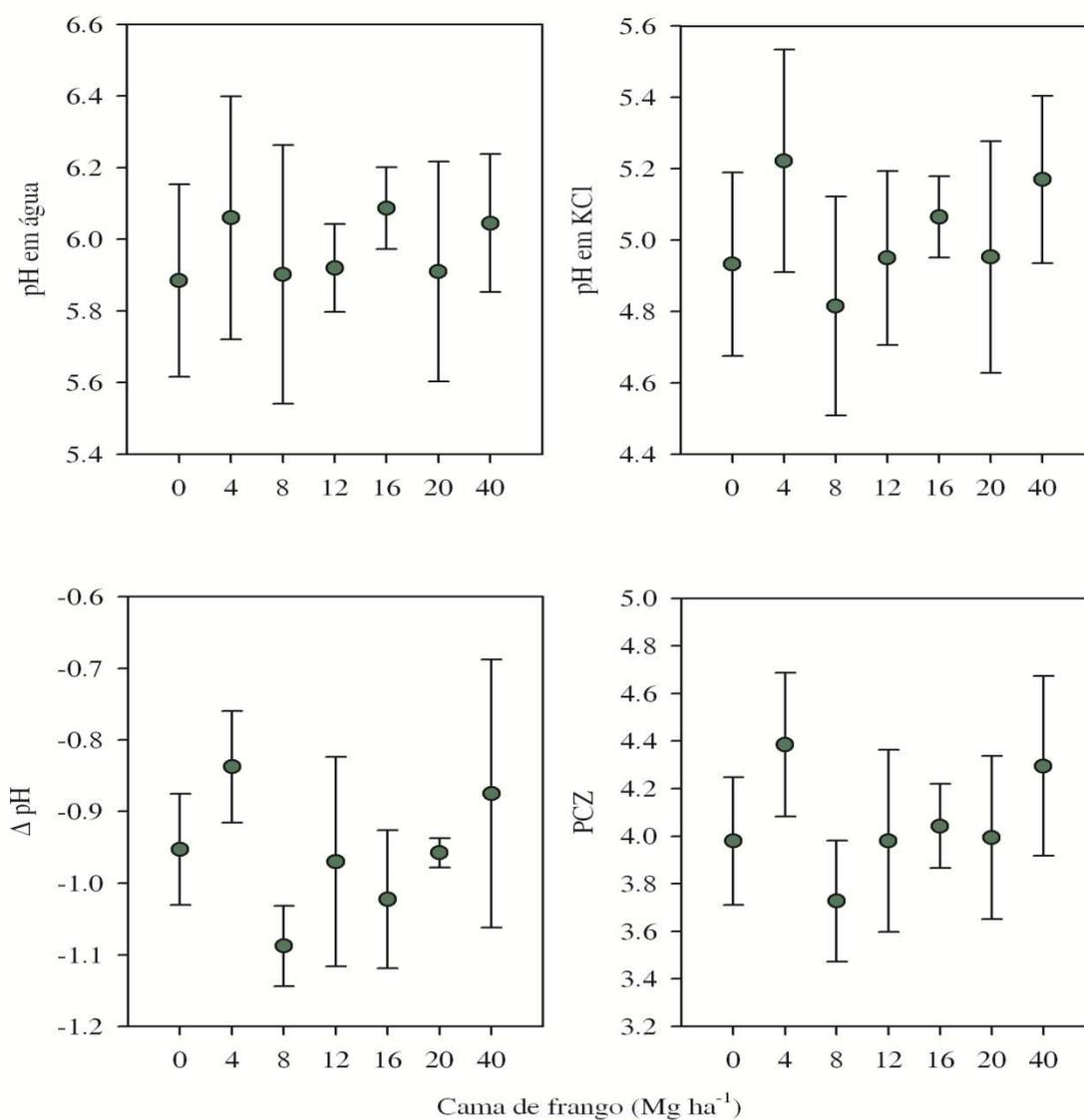


Figura 1. Valores de pH em água e em KCl, Δ pH e Ponto de Carga Zero P (PCZ) do Latossolo Vermelho Eutroférico sob influência de diferentes doses de cama de frango. Barras de erro indicam o desvio-padrão da média (n= 4).

4.2 Atributos indicadores de fertilidade do solo

Os nutrientes do solo avaliados (P, K e Ca) apresentaram maiores teores quando comparados ao controle. Para o P os teores saíram de baixo e atingiram valores considerados muito bons quando da aplicação da maior dose de cama de frango (Alvarez et al., 1999).

Os teores de K do solo já eram considerados muito bons. A aplicação da maior dose de cama de frango elevou o teor de K para $0,8 \text{ cmolc dm}^{-3}$ – equivalente a 312 mg dm^{-3} , valor bem superior à aquele considerado muito bom. Esse expressivo aumento ressalta a necessidade de verificação do balanceamento entre nutrientes no solo, como Ca e Mg, quando da aplicação de cama de frango em solos de alta fertilidade. Os teores de Ca que também já eram bons chegam a uma concentração considerada muito boa quando da aplicação da maior dose. Os teores de Mg no solo não tiveram uma alteração consistente quando da aplicação das doses de cama de frango, assim como os teores de matéria orgânica e acidez potencial. A CTC efetiva (t), a Soma de Bases (SB), e a Saturação por Bases (V) também apresentaram maiores valores nas maiores doses aplicadas, reflexo do aumento dos teores de Ca e Mg.

A adubação orgânica provoca o aumento da disponibilidade de nutrientes pois a interação do composto orgânico com as argilas forma um complexo argilo-húmico, que consequentemente, provoca a melhoria da CTC e torna os atributos físicos do solo mais estáveis (Kiehl, 1985).

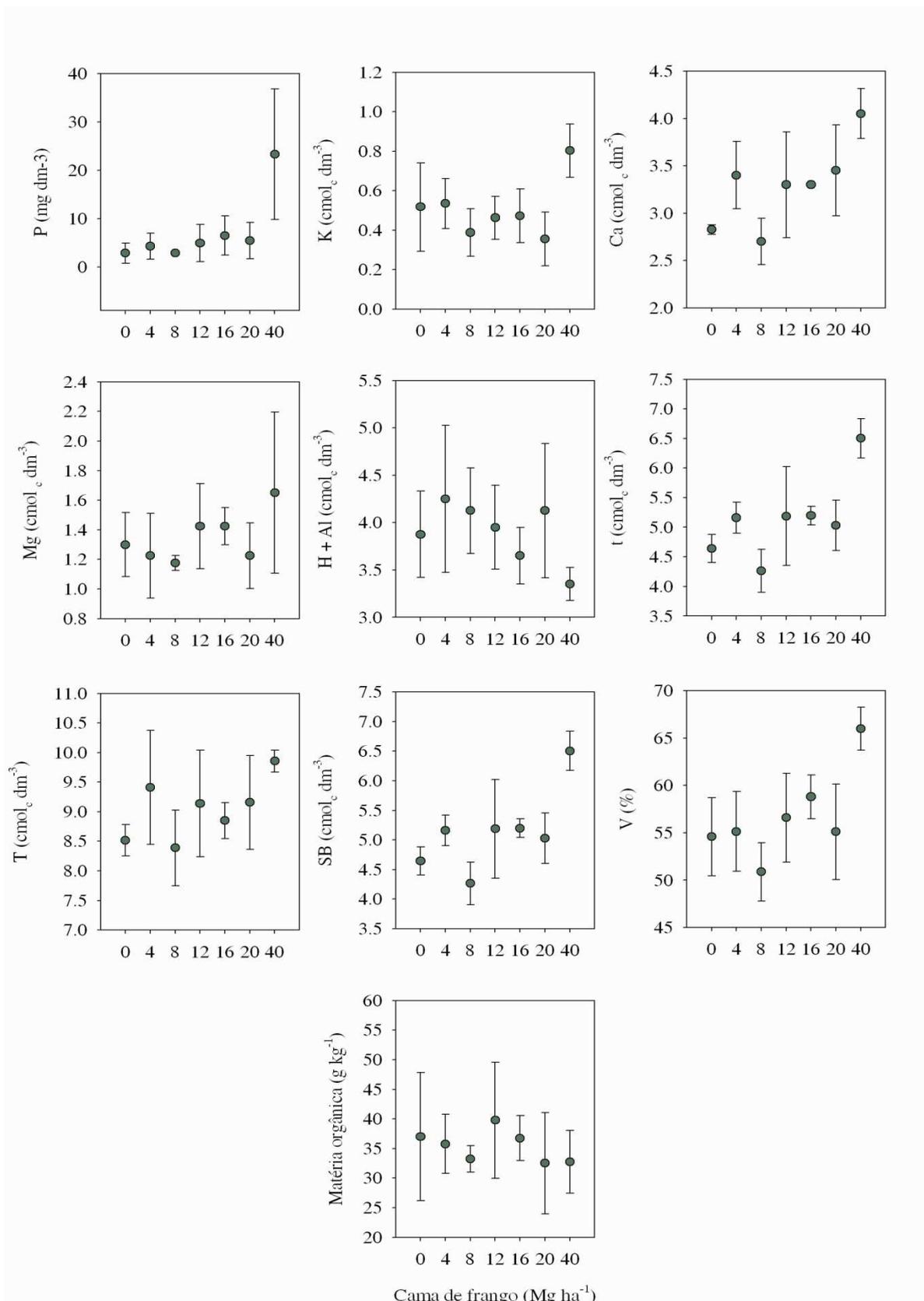


Figura 2. Teores de P, K, Ca, Mg, H + Al, CTC efetiva (t), CTC potencial (T), Soma de Bases (SB), Saturação por bases (V) e Matéria Orgânica (MO) do Latossolo Vermelho Eutroférrico sob influência da cama de frango. Barras de erro indicam o desvio padrão da média (n=4).

4.3 Nutrição da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A braquiária respondeu às doses de cama de frango aplicadas, tendo um aumento dos teores de N, K, Mg e S na parte aérea (Figura 3). Esses nutrientes estão intimamente relacionados com o crescimento e qualidade das pastagens. A maior absorção de nutrientes observada pela braquiária pode estar relacionada a melhoria do ambiente no solo – aumento da retenção de água, aumento da atividade microbiana e processos relacionados, como decomposição e mineralização da matéria orgânica.

Quanto aos micronutrientes (Figura 4), observou-se um aumento dos teores de Cu e Zn. Obteve-se valor médio de 6,3 mg ha⁻¹ de cobre aos 60 dias na dose de 40 Mg ha⁻¹ de cama de frango. Silva et al. (2011), não obteve diferença significativa entre as doses de 2.400 Kg ha⁻¹ e 4.800 Kg ha⁻¹ de cama de frango, obtendo 5,25 e 9,00 mg ha⁻¹ de cobre respectivamente aos 60 dias. Esse fato indica que a cama de frango é uma boa fonte de Cu. Os teores de Zinco aumentaram conforme houve uma progressão das doses. Santos et al. (2008), relatou que a formação de complexos com compostos orgânicos reduz a precipitação dos micronutrientes do solo, aumentando assim, sua disponibilidade.

Já para o Fe e Mn observa-se uma expressiva redução na concentração na parte aérea, sugerindo uma possível complexação pela matéria orgânica da cama impedindo a absorção pela planta. Uma tendência consistente para o B não foi observada.

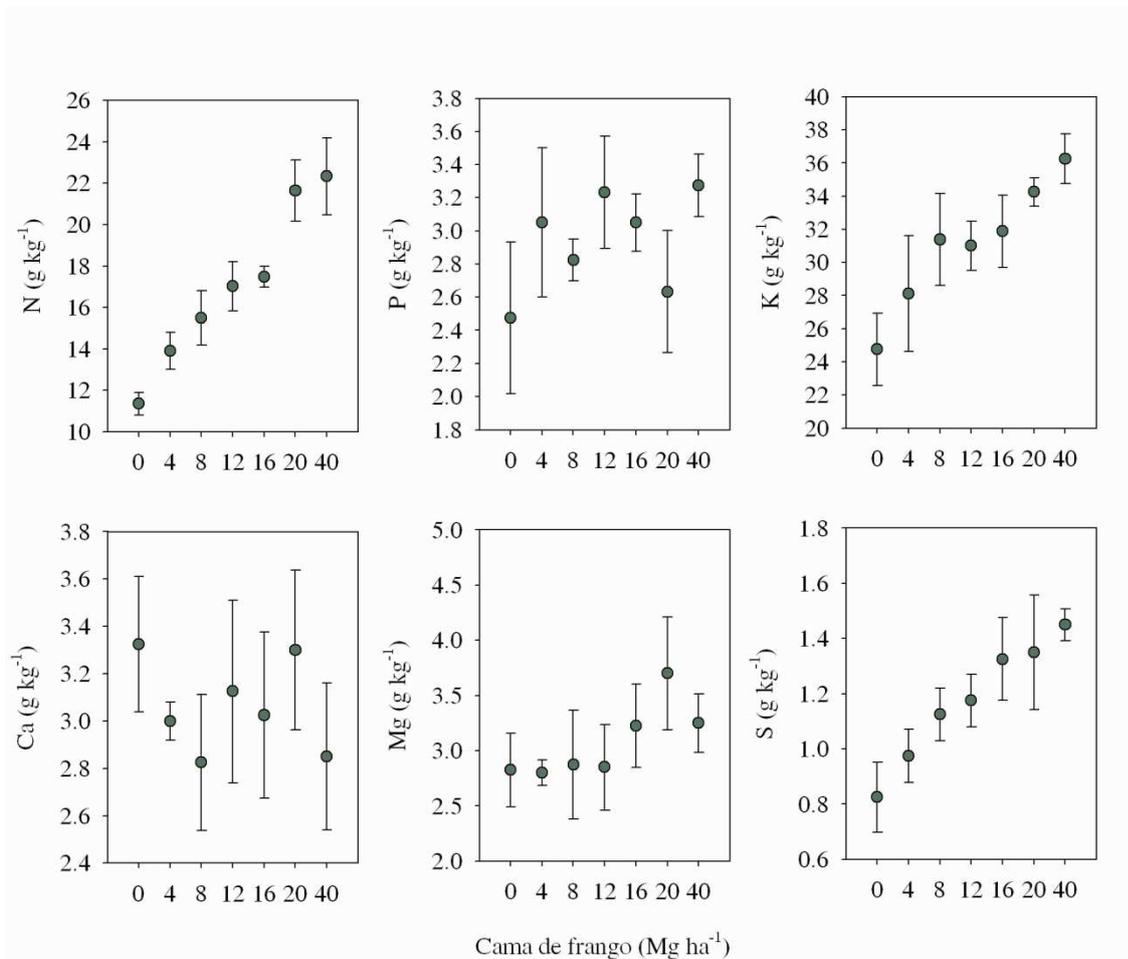


Figura 3. Teores de macronutrientes na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob influência das doses de cama de frango. Barras de erro indicam o desvio-padrão da média (n=4).

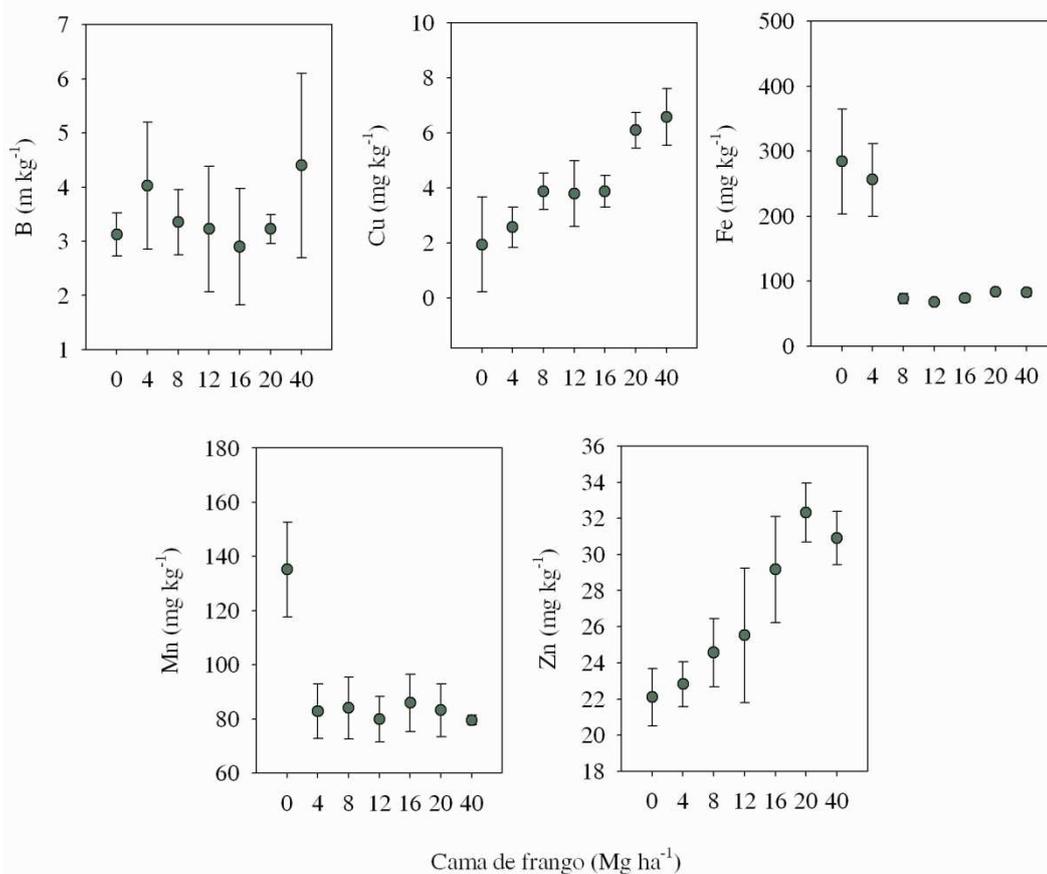


Figura 4. Teores de micronutrientes na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob influência das doses de cama de frango. Barras de erro indicam o desvio-padrão da média (n=4).

4.4 Produtividade da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Observou-se um aumento da produtividade de matéria seca em função das doses de cama de frango atingindo-se um valor máximo com a dose de 34 Mg ha⁻¹ (Figura 5). Acima dessa dose incrementos significativos na produtividade não foram observados. Mesmo em um solo de alta fertilidade, como o utilizado neste estudo, a aplicação da maior dose de cama de frango resultou em uma produtividade de matéria seca 134% superior ao tratamento controle (sem aplicação de cama de frango), destacando a importância desse resíduo não apenas na recuperação de pastagens degradadas mas também na manutenção da fertilidade de pastagens.

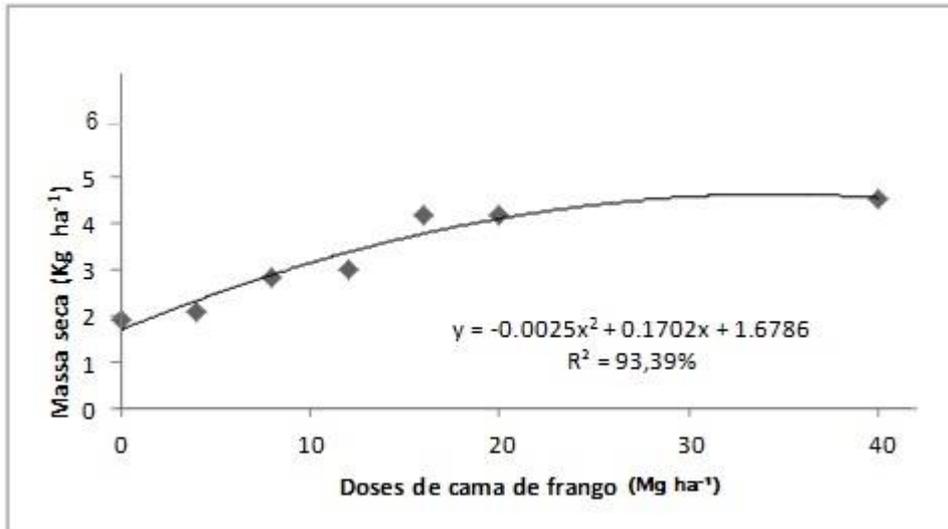


Figura 5. Produtividade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de cama de frango.

A produção de matéria seca foi maior em função do aumento das doses de cama de frango. O valor de 34,04 Mg ha⁻¹ representa a dose máxima a ser aplicada no solo nas condições estudadas. A partir deste valor, a produção não responde de uma maneira positiva.

Mesmo em condições climáticas favoráveis e em solo de boas características físico-químicas, a produção de massa seca na dose de 40 Mg ha⁻¹ cama de frango foi 134% maior quando comparada a da testemunha.

Trevisanuto et al. (2008), observou que a produtividade da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi de 3,093 Kg ha⁻¹ para a estação de outono, sem que nenhuma adubação fosse realizada. Esse valor foi facilmente superado quando o solo foi adubado com cama de frango.

5 CONCLUSÕES

- A cama de frango contribuiu para melhoria da fertilidade do solo, resultando em maior produção de massa seca.
- A cama de frango influenciou a nutrição da pastagem, aumentando os teores dos macronutrientes N, K, Mg e S e dos micronutrientes Cu e Zn.
- Uma redução na absorção de Fe e Mn foi observada, indicando uma possível complexação pela matéria orgânica da cama de frango.

6 REFERÊNCIAS

ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Ponto de efeito salino nulo de Latossolos ácidos. R. Bras. Ci. Solo, 18: 175-180, 1994.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solos.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

BALIGAR, V. C. Potassium uptake by plants as characterized by root density, species, and K/Rb ratio. **Plant Soil**, 85:43-54, 1985.

BARCELLOS, A. O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. IN: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1., **Anais...** Brasília. EMBRAPA-CPAC. p. 130-136, 1996.

BARCELLOS, A. Produtividade a baixo custo. **Panorama rural**.: a revista do agronegócio. Nº 30. Agosto, 2001.

BENEDETTI, M.P.; FUGIWARA, A.T.; FACTORI, M.A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L. Adubação com cama de frango em pastagem. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia. ZOOTECH. 2009. CD Rom.

BRASIL, Instrução normativa número 15 do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, **Diário Oficial da União**, 17/7/2001, Brasília DF, 2001.

DOELSCH, E.; MASON, A.; CAZEVIEILLE, P.; CONDOM, N. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. **Waste Management**, 29: 1929-1935, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo.** 3. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2009. 212 p.

EPSTEIN, E. Mineral metabolism. In: BONNEY, J. & VARNER, J. E. Eds. **Plant biochemistry.** Academic Press, Londres, p.438-466, 1965.

EUCLIDES FILHO, K. Pecuária de corte brasileira no terceiro milênio. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8 INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1., **Anais...** Brasília. EMBRAPA-CPAC. p. 118-120; 1996.

FEITOSA FILHO, J. C. **Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão com uso de injetores tipo Venturi e tanque de derivação.** 1990. 77 p. (Tese de Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FERREIRA, I. M. 2009. **Bioma Cerrado: Um estudo das paisagens do Cerrado**. Disponível em: <http://www4.fct.unesp.br/ceget/paisagens.pdf>. Acesso em: 17 de Maio de 2012.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Cobre In: Simpósio sobre Micronutrientes na Agricultura, Jaboticabal, 1988, **Anais...** (Eds.) Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P. – Piracicaba: POTAFOS/CNPq., 1991.

GOMIDE, J. A.; Os volumosos na alimentação de vacas leiteiras. **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**; 5 ed.. Piracicaba: FEALQ, SP, p. 239-250, 1995.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. In: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. V Seminário técnico da cultura de milho. Videira, 2003.

LIMA, J.J.; MATA, J.V.D.; PINHEIRO NETO, R. ; SCAPIM, C.A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Acta Sci. Agron. Maringá, v. 29, supl., p. 715719, 2007.

LUZ, P. H. S.; HERLING, V. R.; PETERNELLI, M.; BRAGA, G. J. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. In: II SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidências. **Anais...** UFLA, Lavras, MG. p. 27-110, 2001.

ISHERWOOD, K. F. **Mineral Fertilizer Use and the Environment**. INFA (International Fertilizer Industry Association) / UNEP (United Nations Environment Programme). Paris, Fev, 2000.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: alternativa para a sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: PLANEJAMENTO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO EM PASTAGENS, 18., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 257.

MENEZES, J. F.S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica**, (boletim técnico/ fundação do ensino superior de rio verde, ano 1, n.3; fevereiro-2004), Rio Verde, GO, FESURV, 2004.

MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D.; ed. Soil testing and plant analysis. **Soil Science Society of America**, Madison, p. 223-48, 1973.

NORVELL, W. A. Equilibria of metal quelates in soil solution. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Eds.), Micronutrients in agriculture, **Soil Science Society of America**, Madison, p. 115-38, 1972.

OLIVEIRA, I. P. de. Sistema Barreirão: uma opção de reforma de pastagem degradada. In: Simpósio Internacional de Forragicultura, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1994. p. 57.

OLIVEIRA, O.C. **Parâmetros químicos e biológicos relacionados com a degradação de pastagens de *Brachiaria* spp. No cerrado brasileiro**. 2000. 230f. Tese (doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

PALHARES, J.C.P. Água e Avicultura. Avicultura Industrial. São Paulo. v.8. p.14-16. 2004.

ROCHA, G. C.; RODELLA, A. A.; CHAGAS, R. C. S.; Matéria orgânica como corretivo de Alumínio trocável, sob adição de correção agrícola IN: XV REUNIÃO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, Santa Maria-RS. **Anais...** UFSM: Santa Maria - RS, 2004.

SANO, E. E.; JESUS, E. T.; BEZERRA, H. S. Uso de um sistema de informações geográficas para quantificação de áreas remanescentes do cerrado IN:**comunicado técnico 62 EMBRAPA-CPAC**, Brasília –DF, 2001.

SANTOS, G. A. et al. Fundamentos da matéria orgânica no solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008

SELBACH, P. A; SÁ, E. L. S. Fertilizantes orgânicos, organominerais e agricultura orgânica In: **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas** (Eds.) BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO; M. J; CAMARGO, F. A. O; Porto Alegre:Gênesis, p.328, 2004.

SERRÃO, E. A. D.; SIMÃO NETO, M. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf e *B. ruziziensis* Germainet Evrard**. Belém, Instituto de pesquisa e experimentação Agropecuária do Norte, 1971. (IPEAN. Série: estudos sobre forrageiras na Amazônia, v.2, n.1), Belém, p.31, 1971.

SILVA, A. A.; COSTA, A. M. D.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q. **Teores de micronutrientes em pastagem de *Brachiaria decumbens* fertilizada com cama de frango e fontes minerais**. Bioscience Journal, v. 27, n. 1, 2011.

SOARES FILHO, C. V., Recomendações de Espécies e Variedades de *Brachiaria* para Diferentes Condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1994. Anais, Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

SPAIN, J.M.; GUALDRÓN, R. Degradacion y rehabilitacion de pasturas. In: LASCANO, C.E.; SPAIN, J.M. (Ed.). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de investigación. Cali: CIAT, 1991. p. 269-283.

TAN, K. H. Principles of soil chemistry. 2. ed. New York: M. Dekker, 1993. 362 p.

TREVISANUTO, C.; COSTA, C.; LUPATINI, G. C.; MEIRELLES, P. R. L.; VIDESCHI, R. A. Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha*: Marandu, Piatã e Xaraés. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. Biotecnologia e sustentabilidade: anais dos resumos. [Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008]. 1 CD-ROM.

VALLE, C. B do, et al. Características das Plantas Forrageiras do Gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 17.,Piracicaba, 2001. Anais... 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.133-176.

VEIGA, J. B. da; SERRÃO, E. A. S. Recuperación de pasturas en la región este de la Amazonía brasileña. **Pasturas Tropicales**, v.9, n.3, p. 40-43, 1987.

ZIMMER, A. H.; CORRÊA, E. S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto? IN: **Recuperação de Pastagens** 2.ed. revisada Eds. Paulino, V. T.; Ferreira, L. G. Nova Odessa; Instituto de Zootecnia, 106p; 1999.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. **As pastagens e a pecuária de corte brasileira.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1997. p.349-379.