

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

CINZA VEGETAL COMO CORRETIVO E FERTILIZANTE
NO CULTIVO DE CAPIM-MARANDU EM SOLOS DO
CERRADO MATO-GROSSENSE

MARIA DÉBORA LOIOLA BEZERRA

RONDONÓPOLIS-MT

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

CINZA VEGETAL COMO CORRETIVO E FERTILIZANTE
NO CULTIVO DE CAPIM-MARANDU EM SOLOS DO
CERRADO MATO-GROSSENSE

MARIA DÉBORA LOIOLA BEZERRA

Engenheira Agrícola

Orientadora: Prof^a. Dra. EDNA MARIA BONFIM-SILVA

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação da
Universidade Federal de Mato
Grosso, para obtenção do título de
mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS-MT
DEZEMBRO-2013

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B574c Bezerra, Maria Débora Loiola.
Cinza vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do Cerrado mato-grossense / Maria Débora Loiola Bezerra. -- 2013
63 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Edna Maria Bonfim-Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Brachiaria brizantha. 2. Latossolo Vermelho. 3. Argissolo Vermelho-Amarelo. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

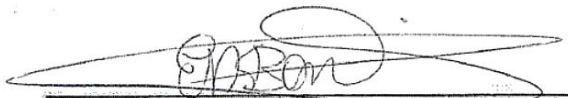
Título: CINZA VEGETAL COMO CORRETIVO E FERTILIZANTE NO
CULTIVO DE CAPIM-MARANDU EM SOLOS DO CERRADO MATO-
GROSSENSE

Autora: MARIA DÉBORA LOIOLA BEZERRA


Orientadora: Profa. Dra. EDNA MARIA BONFIM-SILVA

Aprovada em 06 de dezembro de 2013.

Comissão Examinadora:



Profa. Dra. Edna Maria Bonfim-Silva (orientadora)



Profa. Dra. Analy Castilho Polizel (examinador interno)



Prof. Dr. Ênio Farias França e Silva (examinador externo)

“Pela manhã semeia a tua semente, e à tarde não retires a tua mão, porque tu não sabes qual prosperará, se esta, se aquela, ou se ambas serão igualmente boas.” (Eclesiastes 11.6) sabendo que “Eu plantei, Apolo regou; mas Deus deu o crescimento.” (1 Coríntios 3.6) “E o que aumenta em ciência aumenta em trabalho.” (Eclesiastes 1.18b), contudo “a alegria do Senhor é a vossa força.” (Neemias 8.10).

Dedico...

Aos meus pais, Luiz Alves Bezerra e Antonia Ricardina de Loiola Bezerra e à minha irmã Danyelle Chrystina de Loiola Bezerra pelo amor, incentivo, apoio e grande compreensão durante esta jornada acadêmica. Pessoas mais que especiais que são a chave do meu sucesso, o impulso para eu prosseguir e exemplo de garra, coragem e perseverança. “A vocês, pai e mãe, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que sempre acreditaram em mim, que se doaram e renunciaram aos seus sonhos, para que pudesse realizar os meus, não bastaria um obrigado!”

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus Cristo, meu MESTRE, pela perfeição da vida, pelo amor imensurável, imerecido, que constrange, pelas vitórias, proteção e misericórdia que me alcança a cada manhã. E por não me deixar esquecer que faz morada em mim, portanto “vivo, não mais eu, mas Cristo vive em mim”.

A professora Dr^a. Edna Maria Bonfim-Silva, minha orientadora, pela dedicação, paciência, competência e importante contribuição em conhecimentos para meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus amigos do mestrado Cristina Rezende, Gislane Frigo, Patrícia Menezes, Natacha Brun, Carlos Eduardo Cabral, Kassio Carvalho, Antonio Tássio Ormond e Jeremias Caetano, pela amizade e bons momentos de descontração, em especial, à Carolina Santos e Bruna Kroth, pelo companheirismo leal durante a condução do experimento. Muito sucesso a todos!

Aos professores Analy Polizel, Márcio Koetz, Tonny Silva, Salomão Guimarães, pela transferência de conhecimento nas disciplinas do Mestrado.

A Universidade Federal de Mato Grosso e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Por fim, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste projeto.

Deus os abençoe!

CINZA VEGETAL COMO CORRETIVO E FERTILIZANTE NO CULTIVO DE CAPIM-MARANDU EM SOLOS DO CERRADO MATO-GROSSENSE

RESUMO – A cinza vegetal é uma alternativa de fertilizante e corretivo de solo que pode influenciar positivamente na produção de pastagens. Objetivou-se avaliar a resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu à aplicação de cinza vegetal em duas classes de solos (Latosolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo). O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de dezembro de 2012 a maio de 2013. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x6, correspondendo a duas classes de solos (Latosolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo) e seis doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g dm⁻³) com seis repetições. Utilizou-se vasos com volume de solo de 5 dm³ com cinco plantas. Foram realizados três cortes na parte aérea das plantas em intervalo de 30 dias e por ocasião de cada corte foram avaliados altura da planta; número de folhas e perfilhos; massa seca de folhas, colmos, parte aérea e raiz (este apenas no terceiro e último corte); relação folhas/colmos; leitura SPAD; pH do solo por ocasião da semeadura e dos cortes do capim-marandu. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os fatores qualitativos (classes de solos) submetidos ao teste de Tukey e os fatores quantitativos (doses de cinza vegetal) submetidos à análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR. O capim-marandu, em geral, apresentou maiores resultados em desenvolvimento, crescimento e produção quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com a dose de 15 g dm⁻³ cinza vegetal, enquanto que em Latossolo Vermelho foram obtidas no intervalo das doses de cinza vegetal de 9 a 15 g dm⁻³.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo.

VEGETABLE ASH AS CORRECTIVE AND FERTILIZANT IN THE GROWTH OF MARANDU GRASS IN SOILS OF CERRADO MATO-GROSSENSE

ABSTRACT – The vegetable ash is one alternative of fertilizant and corrective of soil positively influencing the production of marandu grass. The objective was to evaluate the response of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu to the application of vegetable ash in two class of soils (Oxisol and Ultisol). The experiment was conducted in a greenhouse in the period December 2012 to May 2013. The experimental design was completely randomized in a 2x6 factorial, corresponding to two classes of soils (Oxisol and Ultisol) and six doses of vegetable ash (0; 3; 6; 9; 12 and 15 g dm⁻³) and six replications. We used pots with soil volume of 5 dm³ with five plants. Were made three cuts in shoot of the plants in an interval of 30 days and by occasion of each cutting was evaluated height plant, number of leaves and of tillers; shoot dry mass of leaves, stems and root (only in the third and last cut); leaf/stems ratio; SPAD reading; pH of the soil by occasion of planting and of cuts marandu grass. The results were submitted to analysis of variance by F test and when significant, the qualitative factors (soil classes) submitted to the Tukey test and the quantitative factors (doses of vegetable ash) submitted to regression analysis, both 5% probability, using the Statistical Program SISVAR. The marandu grass, in general, presented greater results in development, growth and yield when grown in Ultisol fertilized with the dose of 15 g dm⁻³ of vegetable ash, whereas in Oxisol were obtained in the interval of doses of vegetable ash of 9-15 g dm⁻³.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, Oxisol, Ultisol.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Capim-marandu.....	12
2.2 Latossolo.....	13
2.3 Argissolo.....	14
2.4 Cinza vegetal.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Altura de planta.....	23
4.2 Número de folhas.....	26
4.3 Número de perfilhos.....	29
4.4 Massa seca de folhas.....	32
4.5 Massa seca de colmos.....	35
4.6 Massa seca da parte aérea.....	38
4.7 Massa seca de raiz.....	42
4.8 Relação folha/colmo.....	43
4.9 Leitura SPAD.....	46
4.10 pH do solo por ocasião da semeadura.....	48
4.11 pH do solo por ocasião dos cortes do capim-marandu.....	50
5 CONCLUSÕES	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Diante do crescimento populacional surge o desafio de assegurar a produção sustentável de alimentos. O Brasil possui potencial suficiente para atender esta demanda em virtude de sua grande extensão de terras agriculturáveis. As braquiárias ocupam grande área e utilização, apresentando contribuição marcante na produção de carne e leite do Brasil. Somente nas regiões de Cerrados, as espécies do gênero *Brachiaria* somam 51 milhões de hectares, totalizando 85% das gramíneas forrageiras cultivadas nesse ecossistema, sendo que 50% das pastagens cultivadas são de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (MACEDO, 2005).

A região Centro-Oeste comporta aproximadamente 30% do rebanho bovino nacional, com áreas de pastagens em torno de 60 milhões de hectares (AZEVEDO JUNIOR, 2011). Porém, a produção de forragem, após alguns anos de implantação, pode não satisfazer as metas na produção animal por área (NANTES, 2009), devido a exploração extrativista das pastagens proporcionando sua degradação progressiva sem, no entanto, preocupar-se em corrigir os problemas que levaram à queda da produtividade da pastagem. Provavelmente, os problemas estão na fertilidade dos solos e no manejo inadequado das pastagens (SOARES FILHO, 1997).

No Brasil, os solos sob pastagens são predominantemente os Argissolos e os Latossolos, os quais apresentam na maioria limitações de fertilidade. Dessa forma, a correção do solo e adubação apresentam efeitos marcantes sobre as pastagens, melhorando o ganho por hectare e, principalmente, a sua persistência, mesmo para as espécies adaptadas à baixa fertilidade do solo (SOARES FILHO, 1997).

O crescente uso da madeira como fonte de energia e as dificuldades na aquisição de novas áreas de disposição de cinzas de madeira produzida têm incentivado a busca de métodos alternativos de sua disposição, em vez de aterros sanitários e lagoas (PERUCCI et al., 2008). Assim, a utilização da cinza vegetal de indústrias, para fins agrícolas ajuda a minimizar os impactos

ambientais, e com a crescente elevação dos custos de aquisição e aplicação de fertilizantes minerais, os produtores tendem a procurar alternativas de adubação com a finalidade de reduzir despesas e aumentar a produtividade (BONFIM-SILVA et al., 2011d).

Desse modo, o desenvolvimento de pesquisas com a utilização de cinza vegetal deve ocorrer com base nas avaliações e a adoção correta do seu manejo. Porém, é de suma importância que se utilize conhecimento da área de ciência do solo para a sua recomendação, associando adequadamente as doses de cinza vegetal e classes de solos nos quais as pastagens estão sendo cultivadas.

Nesse contexto, objetivou-se: a) avaliar a resposta da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu à aplicação de doses de cinza vegetal em duas classes de solos (Latosolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo); b) encontrar as doses de cinza vegetal mais adequadas para as duas classes de solos; c) avaliar a cinza vegetal como corretivo e fertilizante em duas classes de solos da região do Cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim-marandu

As gramíneas do gênero *Brachiaria* originaram de uma região vulcânica do leste da África e representam um marco na pecuária brasileira, pois ocupam grandes áreas em todo território nacional (VALLE; MILLES, 1994). Foi introduzida no Brasil por volta de 1967, no Estado de São Paulo, de onde foi distribuída para várias regiões (EMBRAPA, 1999). Esse gênero tem-se firmado pela capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e de manejo de pastagens (CRUZ, 2010).

Segundo Soares Filho (1997), a *Brachiaria brizantha* possui média exigência em fertilidade do solo, é utilizada para pastejo e fenação, sendo mais ereta que a *B. decumbens* e pode atingir de 1,0 a 1,2 m (touceiras) de altura, sendo rizomatosa e perene. A capacidade de suporte na estação das águas é 1,8 UA ha⁻¹, e na estação da seca, 0,9 UA ha⁻¹. A produção de massa seca varia entre 16 a 18 t ha⁻¹ ao ano, no entanto, Souza (2002) considera que a produção de massa seca dessa forrageira tropical está em torno de 10 a 18 t ha⁻¹ ano⁻¹. Santos e Vieira (2011) indicam que em pastos de *Brachiaria brizantha* não adubados em lotação rotacionada, a altura de entrada de animais é de 25 a 30 cm e a altura de saída de animais de 18 cm.

A *Brachiaria brizantha* apresenta três cultivares: Marandu, Xaraés e Piatã. Estas cultivares constituem-se em opções de forrageiras que visam atender às necessidades de produção de bovinos e à diversificação de pastagens. Dentre essas, a que mais se destacou foi a Marandu (EMBRAPA, 2004). Por outro lado, os genótipos forrageiros apresentam variações de adaptação e produção em relação aos ambientes, sendo necessário gerar informações de pesquisa sobre produção e comportamento dessas cultivares em diferentes regiões, subsidiando as recomendações de utilização nos sistemas de produção (TREVISANUTO et al., 2009).

O capim-marandu tem boa adaptação aos solos do Cerrado (EMBRAPA, 1984) apresentando as seguintes características desejáveis:

tolerância a solos ácidos e a altos níveis de alumínio tóxico; elevada produtividade quando devidamente adubada e manejada; boa capacidade de rebrota; boa tolerância à seca e à cigarrinha das pastagens (EMBRAPA, 1999; ANDRADE, 2003). Todavia, essas características não justificam a não correção e adubação do solo, pois são necessários para a planta alcançar seu potencial em produtividade.

As características estruturais de forrageiras mais estudadas são densidade de perfilhos, número de folhas e tamanho de folha. O interesse por estas características deve-se ao fato destas condicionarem o comportamento animal em pastejo, caracterizado pelo tempo de pastejo, pela taxa e tamanho de bocado e pelos determinantes do consumo de forragem (ALDEN; WHITTAKER, 1970).

2.2 Latossolo

Os Latossolos apresentam a maior representação geográfica no Brasil (50%) em relação aos demais tipos de solos. Em termos globais, estendem-se por cerca de 750 milhões de hectares, sendo que 300 milhões de hectares estão em território brasileiro (CAMPOS, 2006; RESENDE et al., 2007; CORRÊA et al., 2008; RIBEIRO, 2011).

Essa classe de solo ocorre praticamente em todas regiões do país sob diferentes condições climáticas, relevo e material de origem. Esses solos ocupam cerca de 41% da área da Amazônia Legal brasileira (RODRIGUES, 1996), 46% da área dos Cerrados e 21% do domínio Semi-árido (JACOMINE, 1996), sendo neste último caso, o Latossolo considerado como solo-testemunho de condições climáticas pretéritas mais úmidas (KER, 1997).

Os solos dessa classe apresentam os horizontes minerais A-B-C, tendo como horizonte diagnóstico o horizonte B latossólico (Bw), sendo esse constituído por uma fração argila de baixa atividade (EMBRAPA, 2009). A transição entre horizontes é gradual ou difusa e quase sempre a única diferença notável no perfil é um escurecimento do horizonte A, ocasionado

pelo acúmulo de húmus advindo de uma intensa decomposição de restos vegetais (SANTANA et al., 2006).

Os Latossolos, em geral, são muito permeáveis. Essa permeabilidade é função da textura e da própria mineralogia (FERREIRA et al., 1999), e que associado a baixa CTC favorece a lixiviação. O predomínio de gibbsita (óxido de alumínio) na fração argila de Latossolos favorece maior agregação (SILVA et al., 1998), consequência da manutenção da estrutura microgranular nesses solos, resultando em elevados valores de permeabilidade (RESENDE et al., 2007).

Por sua expressão e situação geográfica, condição de relevo (plano a suave-ondulado) que facilita a mecanização, entre outros aspectos, os Latossolos, considerados profundos e bem desenvolvidos, constituem a classe de solo de maior utilização agrícola no país incluindo cultivos diversos, reflorestamento e pastagens, mesmo contendo baixa fertilidade natural, essa limitação pode ser corrigida (KER, 1997).

Mais de 95% dos Latossolos são distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 e teores de fósforo disponível extremamente baixos, quase sempre inferiores a 1 mg dm^{-3} . Assim, faz-se necessário realizar correções no que diz respeito à acidez, à saturação por alumínio e à baixa fertilidade natural, representados por sua baixa capacidade de troca de cátions (CTC), consequência de solos intemperizados. A baixa CTC pode ser melhorada, adotando-se práticas de manejo que promovam a elevação dos teores de matéria orgânica do solo, uma vez que a matéria orgânica é importante para a CTC (SOUSA; LOBATO, 2004). A pastagem, além do plantio direto, aumenta os teores de matéria orgânica do solo, proveniente do sistema radicular dessas plantas, distribuindo-se pelas camadas de solo exploradas pelas suas raízes (DIAS FILHO, 2005).

2.3 Argissolo

Os Argissolos, antigos Podzólicos com B textural, compreendem cerca de 15% dos solos do Cerrado (MACEDO, 1995). Apesar de não ocorrerem em grandes áreas contínuas no Cerrado, sua presença é

freqüente. Ocupam, na paisagem, a porção inferior das encostas onde o relevo apresenta-se ondulado entre 8 a 20% de declive ou forte-ondulado de 20 a 45% de declive. Na Região do Cerrado, as classes mais comuns de Argissolos são o Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Escuro (SOUSA; LOBATO, 2004).

Os solos dessa classe apresentam horizonte superficial com textura franca ou arenosa, seguido do horizonte diagnóstico B textural (Bt) (ALMEIDA et al., 2005; KAISER, 2010), ocorrendo um aumento do teor de argila no horizonte B em relação ao A, sendo a fração argila de atividade baixa (EMBRAPA, 2009). A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos são solos minerais, não-hidromórficos, com nítida diferença entre os horizontes A ou E (horizonte de perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara) e horizonte B textural. A cor do horizonte B varia de avermelhada até amarelada e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%. A fertilidade natural é elevada e não há pedregosidade, possuindo boa aptidão para agricultura (SOUSA; LOBATO, 2004).

Podem apresentar alta saturação por bases (proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está ocupado por cátions alcalinos e alcalino-terrosos, expressa em percentagem, em relação a CTC) e desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. A transição entre os horizontes A e B é, usualmente clara, abrupta ou gradual (JARBAS et al., 2010).

As características pedogenéticas do Argissolo, no qual o horizonte superficial é arenoso e o subsuperficial, argiloso, conferem um comportamento hídrico diferenciado e, normalmente, os horizontes superficiais possuem uma melhor permeabilidade, sendo esta reduzida em subsuperfície, favorecendo o fluxo lateral da água (KAISER, 2010).

Em razão desses solos apresentarem diferença textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, tornam-os propensos à erosão superficial, principalmente após o desmatamento. Os solos que ocupam as

paisagens formadas por relevo forte ondulado devem ser destinados à preservação ambiental, pois podem estar associados a afloramento de rochas (EMBRAPA, 2009).

Os Argissolos comuns em florestas de clima úmido, com perfis bem desenvolvidos, profundidade mediana (1,5 a 2,0 metros), moderadamente ou bem intemperizados (BRAUD, 2005), normalmente, são solos ácidos e de baixa fertilidade, necessitando, por isso, do uso adequado de corretivos e fertilizantes para serem devidamente cultivados (EMBRAPA, 2006).

2.4 Cinza vegetal

Indústrias de madeira e usinas geram enormes quantidades de cinzas de madeira e durante muito tempo o método mais comum de destinação tem sido a disposição em aterros. Porém com o surgimento de regulamentos para conservação do meio ambiente aumentaram-se os custos de deposição em aterros e as dificuldades para a aquisição de novos locais para o acondicionamento. Ao longo de algumas décadas uma série de estudos têm sido realizados sobre a utilização de cinzas de madeira na agricultura e silvicultura como um método alternativo de aproveitamento. Devido às suas propriedades e sua influência na química do solo a utilização de cinzas de madeira é particularmente adequada para o manejo da fertilidade de solos ácidos tropicais e solos florestais (DEMEYER et al., 2001).

A cinza vegetal é um resíduo proveniente da queima da madeira em caldeira para produção de energia e que dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio, e ser utilizado como adubo e corretivo, dependendo da fertilidade solo e das necessidades da cultura (VOUNDINKANA et al., 1998). Esse resíduo, ainda pouco utilizado na agricultura como adubo do solo, contém além dos macronutrientes, alguns micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, como o cobre, zinco, ferro e boro (DAROLT; OSAKI, 1991).

A utilização de cinza vegetal pode ser uma alternativa de baixo custo para adubação de culturas de cobertura e adubos verdes em solos com elevada acidez (BONFIM-SILVA et al., 2011a). Alguns resultados de

pesquisa têm demonstrado que a adição de cinzas, de resíduos vegetais e de esterco de animais podem propiciar a redução do alumínio tóxico, melhoria significativa de algumas propriedades químicas como pH, potássio e magnésio favorecendo o crescimento das culturas (MATERECHERA; MKHABELA, 2002; NKANA et al., 2002; FERREIRA et al., 2012).

Estudos realizados com a cinza vegetal indicam sua utilização na agricultura como corretivo e fertilizante dos solos (OSAKI; DAROLT, 1991; DAROLT et al., 1993; LIMA et al., 2005; LIMA et al., 2006; SOFIATTI et al., 2007; BONFIM-SILVA et al., 2011bcd; SANTOS, 2012). De acordo com Osaki e Darolt (1991) as cinzas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) são ricas em fósforo e cálcio, enquanto as de bracatinga (*Mimosa scabrella*) são ricas em potássio. Santos (2012) reitera que a cinza vegetal apresenta potencial significativo para ser utilizada como corretivo do solo em solos ácidos do Cerrado.

A aplicação de cinza vegetal em plantios agrícolas apresenta-se como uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas, reduzindo a necessidade do uso de fertilizantes comerciais (SANTOS, 2012) e conseqüentemente os custos da produção, e contribuindo com a redução da acidificação (ZIMMERMANN; FREY, 2002). Diante disso, o seu aproveitamento na agricultura seria duplamente benéfico, por melhorar a produtividade das culturas e por minimizar o efeito poluente diante da elevada quantidade de cinzas produzida (GUARIZ et al., 2009). Tendo em vista a geração em larga escala desse resíduo sólido pelo setor industrial, a destinação desse subproduto torna-se um problema para as autoridades responsáveis.

Contudo, o uso indiscriminado de cinzas pode causar problemas, principalmente com a aplicação de doses excessivas (GOMES, 1968). Assim, torna-se necessário conhecer a princípio a composição química desse resíduo e a dose adequada para cada cultura, evitando-se carência toxidez nutricional ou toxidez pelo excesso de alguns nutrientes como cálcio e magnésio que competem significativamente com outros pelos sítios ativos de absorção (LIMA et al., 2005). Considerando a importância do equilíbrio

catiônico para as plantas (LOUÉ, 1978), o desbalanceamento provocado por doses inadequadas de cinza pode vir a ser prejudicial às culturas (RAPOSO, 1963). Segundo Ignatieff e Page (1959), doses elevadas de cinza podem prejudicar as raízes das plantas, causando-lhes até morte, em razão da alta alcalinidade.

Estudos mostram a influência positiva da cinza vegetal quanto às características estruturais e produtivas do capim-marandu (BONFIM-SILVA et al. 2011b; Santos, 2012; BONFIM-SILVA et al. 2013). Contudo ainda não se têm informações da influência desse resíduo na produção de gramíneas forrageiras em diferentes classes de solos.

Portanto, a cinza vegetal apresenta grande potencial para ser utilizada como neutralizador da acidez do solo e como suplemento de nutrientes, principalmente para solos tropicais de baixa fertilidade (LIMA et al., 2005). Reiterando que a flexibilidade da utilização da cinza vegetal como fonte de nutrientes para as culturas depende da fertilidade do solo, do requerimento nutricional das culturas e da origem da cinza.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 1) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis na latitude 16°27'49,53''S e longitude 54°34'46.72''O. O período de condução do experimento foi de dezembro de 2012 a maio de 2013. A gramínea forrageira utilizada foi a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada em vasos com volume de solo de 5 dm³ representando as unidades experimentais.



Figura 1. Vista geral do experimento em casa de vegetação, aos trinta dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x6, correspondendo a duas classes de solos (Latosolo Vermelho Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico) e seis doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g dm⁻³), com seis repetições. As doses de cinza vegetal foram estabelecidas a partir de estudo com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu realizado por Santos (2012).

Os solos foram coletados na camada de 0-20 cm, em área sob vegetação de Cerrado, ambos na região de Rondonópolis-MT. A área de coleta do Latossolo Vermelho está localizada na latitude 16°27'50.78''S e

longitude 54°34'50.68''O e o Argissolo Vermelho-Amarelo localizado na latitude 16°31'54,07''S e longitude 54°44'59.39''O. Os mesmos foram passados em peneira de 2 mm de abertura, homogenizados e realizado caracterização química e granulométrica (Tabelas 1 e 2), de acordo com a metodologia proposta por EMBRAPA (1997). Os solos para a composição dos vasos foram peneirados em malha de 4 mm de abertura.

Tabela 1. Análises químicas e granulométricas de Latossolo Vermelho Distrófico (camada de 0-20 cm) em área sob vegetação de Cerrado, Rondonópolis-MT, 2012

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	MO	V	m	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	g kg ⁻¹	.....%	.....%	.....g kg ⁻¹	.....g kg ⁻¹	.....g kg ⁻¹
4,1	1,1	47	0,2	0,1	1,0	4,7	6,1	19,7	6,9	70,4	575	50	375

P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; CTC = Capacidade de troca de cátions; MO = Matéria orgânica; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio

Tabela 2. Análises químicas e granulométricas de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (camada de 0-20 cm) em área sob vegetação de Cerrado, Rondonópolis-MT, 2012

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	MO	V	m	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³	g kg ⁻¹	.....%	.....%	.....g kg ⁻¹	.....g kg ⁻¹	.....g kg ⁻¹
4,9	4,8	25	1,0	0,6	0,1	1,5	3,3	6,2	50,9	5,7	830	50	120

P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; CTC = Capacidade de troca de cátions; MO = Matéria orgânica; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio

A cinza vegetal foi oriunda de atividade do setor de cerâmica analisada como fertilizante (Tabela 3), de acordo com Darolt et al. (1993), e apresentou pH de 7,85.

Tabela 3. Caracterização química da cinza vegetal

pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu	Mn CNA+Água	B Água	Ca	S
%								
7,85	1,42	0,32	0,0	0,01	0,0	0,0	0,90	1,6

P₂O₅ = Fósforo; K₂O = Potássio; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Mn CNA+Água = Manganês em citrato neutro de amônio e água; Ca = Cálcio; S = Enxofre

A correção do solo não foi realizada por meio da calagem em virtude da cinza vegetal possuir poder corretivo para elevação do pH do solo. O solo foi incubado com a cinza vegetal por um período de 30 dias. Após foi realizada a semeadura utilizando-se em torno de 20 sementes por vaso. Ao atingirem 10 cm de altura, realizou-se o desbaste das plantas com base nos critérios de vigor, homogeneidade e tamanho deixando-se cinco plantas por vaso.

A cinza vegetal não possui nitrogênio na sua composição, em razão de no processo de incineração da madeira ocorrer a perda desse nutriente por volatilização (ANDRIESSE, 1987; OBERNBERGER et al., 2006). Portanto realizou-se a adubação nitrogenada para o estabelecimento da cultura e após cada corte, na dose de 200 mg dm^{-3} utilizando-se uréia como fonte.

A capacidade máxima de retenção de água do solo foi determinada em laboratório por meio do método gravimétrico (BONFIM-SILVA et al., 2011a). A umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade máxima de retenção de água no solo por meio de pesagens diárias de todas as parcelas experimentais.

O intervalo entre cortes do capim-marandu foi de 30 dias, conforme Costa e Paulino (1998). Por ocasião de cada corte foi realizada a avaliação de altura de plantas, número de folhas, número de perfilhos, massa seca de folhas, de colmos, da parte aérea e de raiz (este somente no terceiro e último), relação folhas/colmos, leitura SPAD e pH do solo por ocasião da semeadura e dos cortes do capim-marandu. Os dois primeiros cortes da forrageira foram realizados a 5 cm do solo e o terceiro corte rente ao solo (BONFIM-SILVA et al., 2007).

A determinação da altura das plantas foi obtida com régua graduada, do solo até a curvatura do dossel forrageiro. O material vegetal foi colhido por ocasião de cada corte, seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas até atingir massa constante (SILVA; QUEIROZ, 2002) e após a secagem, pesado em balança semianalítica para a determinação de

massa. A relação folhas/colmos corresponde a razão entre a massa seca de folhas e a massa seca de colmos de cada unidade experimental.

A determinação da leitura SPAD (Soil Plant Analysis Development) foi realizada de forma indireta com o emprego do Chlorophyll Meter SPAD-502 (MINOLTA CÂMERA CO., 1989). A leitura foi realizada em cinco folhas diagnósticas (folhas +1 e +2) de acordo com Bonfim-Silva e Monteiro (2010), utilizando-se a média das leituras SPAD para cada vaso (VIANA; KIEHL, 2010) tomando-se o cuidado de se evitar as nervuras das folhas. O clorofilômetro portátil permite a obtenção de valores indiretos de teor de clorofila presente na folha de modo não destrutivo, rápido e simples. As leituras do pH do solo foram realizadas antes da semeadura e após cada corte utilizando medidor de pH em solução CaCl_2 .

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e quando significativos, os fatores qualitativos (classes de solos) submetidos ao teste de Tukey e os fatores quantitativos (doses de cinza vegetal) submetidos à análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas

Analisando as classes de solos dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 4), no primeiro corte, houve diferença significativa entre os solos verificando-se que o capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo produziu as maiores alturas de plantas utilizando-se as doses de cinza vegetal de 3; 9; 12 e 15 g dm⁻³ e no tratamento sem aplicação do resíduo. Na segunda avaliação as classes de solos diferiram estatisticamente das doses de cinza vegetal de 3; 6; 9 e 12 g dm⁻³, em que o Latossolo Vermelho proporcionou maior altura do capim-marandu. E no terceiro corte Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo diferiram estatisticamente entre si sem uso de cinza vegetal (testemunha), sendo que a maior altura de plantas ocorreu no Argissolo Vermelho-Amarelo.

Rodrigues (2004), visando conciliar maior produção de folha e menor produção de colmo e material morto com *B. brizantha* cv. Marandu, em campo, encontrou as maiores alturas variando de 35 a 40 cm.

No primeiro e segundo cortes do capim-marandu, quando cultivado nas duas classes de solos, atingiu esse intervalo de altura, e em alguns tratamentos ultrapassou os 40 cm, justificando a adubação com cinza vegetal para obtenção de crescimento significativo da forrageira. Ao contrário do terceiro corte, no qual não alcançou essa margem mínima da altura de plantas, que pode estar associado em razão de que a partir do segundo corte os nutrientes começaram a esgotar-se uma vez que não houve reaplicação do resíduo.

O Argissolo Vermelho-Amarelo mesmo na ausência de adubação com cinza vegetal (Tabela 4) proporcionou maior altura de plantas, sobressaindo-se ao Latossolo Vermelho, no primeiro e terceiro corte. Isso pode ser devido a maior fertilidade natural por meio da concentração de nutrientes no Argissolo Vermelho-Amarelo, especialmente o fósforo, importante nutriente para o crescimento de plantas. No entanto, na aplicação do resíduo não ocorreu diferença significativa entre os dois solos, indicando que o Latossolo

Vermelho adubado com cinza vegetal eleva a altura do capim-marandu. Gonçalves e Moro (1995), sob condições de laboratório, observaram que a aplicação de cinza elevava substancialmente a fertilidade do solo, responsável pelo aumento na produtividade de *Eucalyptus grandis*.

Tabela 4. Altura de plantas (cm) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Altura de planta (cm)						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	26,67 b	35,17 b	46,50 a	44,83 b	45,00 b	41,50 b
Argissolo	33,67 a	43,17 a	47,00 a	52,50 a	55,00 a	58,67 a
CV %	12,55					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	42,17 a	40,83 a	42,50 a	43,50 a	42,17 a	39,50 a
Argissolo	43,00 a	35,00 b	35,33 b	36,17 b	34,50 b	36,67 a
CV %	10,66					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	13,67 b	16,50 a	15,15 a	16,67 a	18,33 a	15,67 a
Argissolo	20,17 a	20,00 a	18,67 a	16,83 a	17,00 a	17,17 a
CV %	19,48					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

No desdobramento das doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, na primeira avaliação (Figura 2A), a altura de plantas ajustou-se ao modelo quadrático de regressão para Latossolo Vermelho sendo a maior altura de capim-marandu de 47,93 cm na dose de cinza vegetal de 9,12 g dm⁻³. Quanto ao Argissolo Vermelho-Amarelo, a altura de plantas ajustou-se ao modelo linear de regressão com incremento de 44,96% comparando a maior dose do intervalo experimental (15 g dm⁻³) com a ausência de adubação com cinza vegetal.

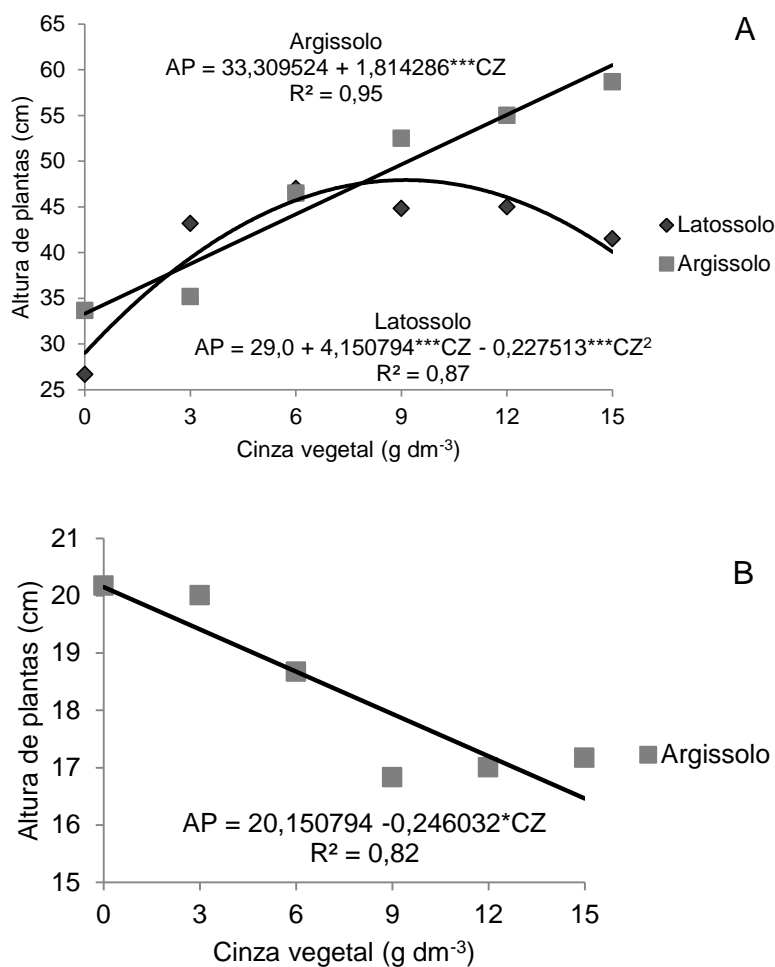


Figura 2. Altura de plantas (cm) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro corte (A) e em Argissolo Vermelho-Amarelo no terceiro corte (B). AP = altura de plantas. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Na segunda avaliação do capim-marandu não houve diferença significativa entre as doses de cinza vegetal. E no último corte da gramínea forrageira (Figura 2B) a altura de plantas ajustou-se ao modelo linear de regressão, com decréscimo de 18,31% na altura de plantas relacionando a ausência da aplicação com a dose de $15\ g\ dm^{-3}$ de cinza vegetal.

A redução na produção da altura de plantas com o aumento das doses de cinza vegetal deve-se a solubilização da cinza no solo e a taxa a que os nutrientes que se tornaram disponíveis (DEMEYER et al., 2001) para o capim-marandu no primeiro corte e a medida que os nutrientes foram

extraídos na ocasião dos cortes restringiram-se, visto que não houve a reaplicação da cinza vegetal.

De acordo com Hernández Garay et al. (1997) a altura de plantas é uma característica estrutural relevante para adoção de um manejo adequado indicando o momento de entrada dos animais no pasto, pois conforme Maxwell e Treacher (1987) a altura do relvado influencia o consumo de forragem e o desempenho animal. O consumo aumenta com a elevação da altura do pasto até um patamar que permanece constante. Esse patamar varia conforme a espécie e categoria animal (HODGSON, 1990).

4.2 Número de folhas

Ao considerar as classes de solo dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 5), na primeira avaliação, houve diferença significativa quando o capim-marandu foi cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo na ausência de cinza vegetal. No segundo corte ocorreu diferença significativa entre os dois solos, em que o maior número de folhas do capim-marandu foi alcançado nas doses de cinza vegetal de 12 e 15 g dm⁻³ cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo. No terceiro corte não houve diferença significativa entre as classes de solos.

Tabela 5. Número de folhas de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Número de folhas						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	37,00 b	43,33 a	61,33 a	65,67 a	69,00 a	71,50 a
Argissolo	53,67 a	51,17 a	66,83 a	64,33 a	68,33 a	80,67 a
CV %	13,29					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	43,17 a	47,00 a	47,33 a	57,67 a	53,00 b	46,50 b
Argissolo	53,33 a	50,83 a	60,00 a	61,00 a	73,17 a	92,33 a
CV %	16,17					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

O capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo sem adubação com cinza vegetal produziu maior número de folhas (Tabela 5). Enquanto que nas demais doses de cinza vegetal não houve diferença significativa entre as classes de solos indicando que a produção do número de folhas da gramínea forrageira cultivada em Latossolo Vermelho equiparou-se ao Argissolo Vermelho-Amarelo. Portanto a aplicação do resíduo aumenta o potencial de produção do Latossolo Vermelho. Pois, a cinza vegetal promove liberação rápida dos nutrientes como consequência ocorre aumento na fertilidade do solo (KATO et al., 1999; GUARIZ et al., 2009).

Ao estudar as doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, no primeiro corte o número de folhas ajustou-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 3A) quando o capim-marandu foi cultivado em Latossolo Vermelho, em que o maior número de folhas (71,49) ocorreu na dose de cinza vegetal de $15,33 \text{ g dm}^{-3}$. Quando o capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo, o número de folhas ajustou-se ao modelo linear de regressão com incremento de 34,0% no número de folhas quando se compara a dose de 15 g dm^{-3} com a ausência de adubação.

No segundo corte do capim-marandu o número de folhas da braquiária ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, em que o maior número de folhas de capim-marandu cultivado em Latossolo Vermelho foi de 53,16 folhas na dose de cinza vegetal de 9 g dm^{-3} . O menor número de folhas (52,27) do capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo, de foi obtido na dose de $2,25 \text{ g dm}^{-3}$ de cinza vegetal (Figura 3B).

No terceiro e último corte da gramínea forrageira, o número de folhas do capim-marandu ajustou-se ao modelo linear de regressão (Figura 3C) para Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo com incremento de 65,73 e 51,38%, respectivamente, da maior dose de cinza vegetal quando comparado à ausência de adubação do resíduo.

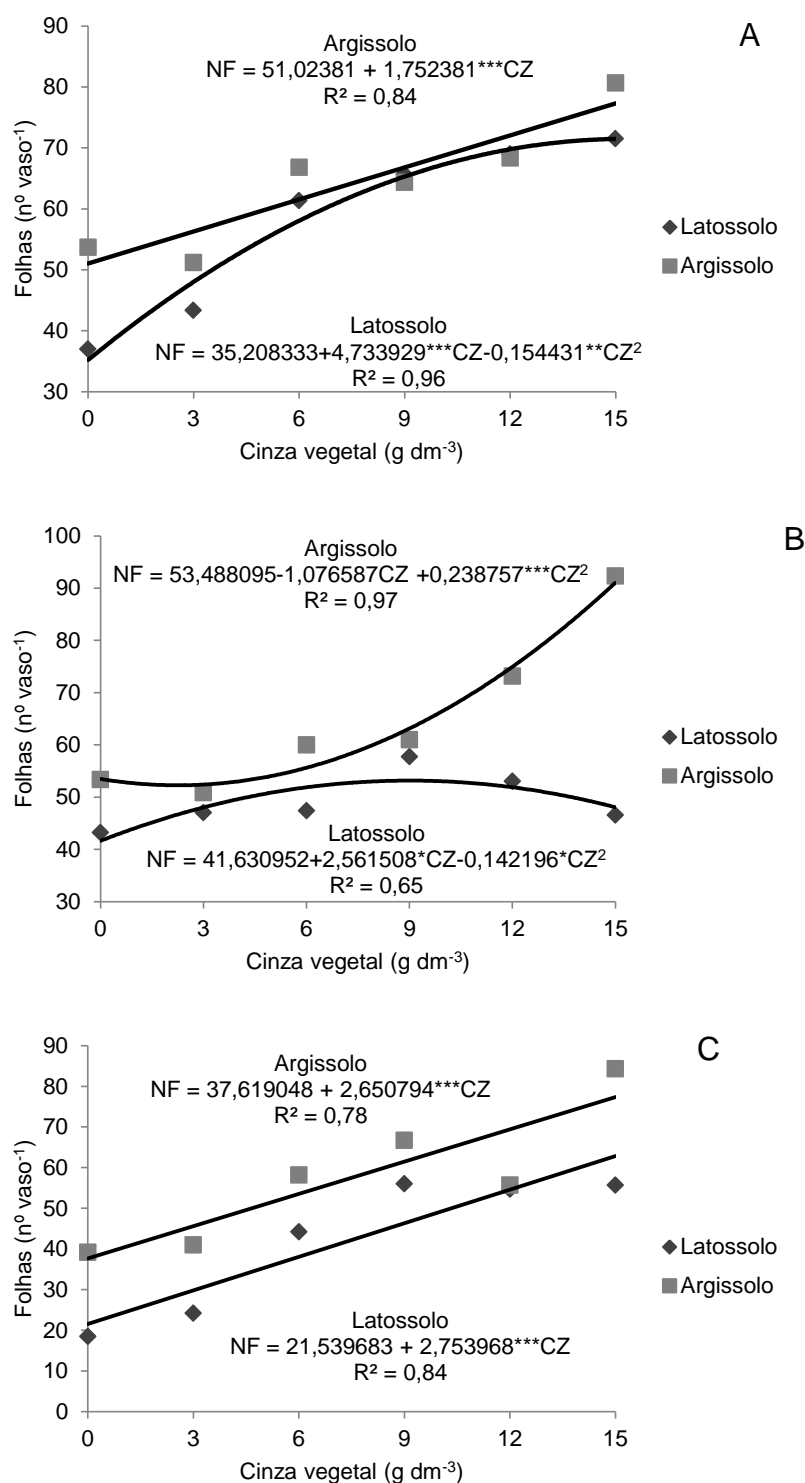


Figura 3. Número de folhas de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro (A), segundo (B) e terceiro cortes (C).

NF = número de folhas. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Assim como no presente estudo, Bonfim-Silva et al. (2011b) utilizaram doses de cinza vegetal em capim-marandu aplicadas em Latossolo Vermelho e observaram aumento no número de folhas no primeiro e segundo cortes. Da mesma forma Santos (2012) trabalhando com capim-marandu constatou que as doses de cinza vegetal exerceu influência positiva na produção de folhas confirmando a importância do uso desse resíduo no aumento de produção do capim-marandu.

O número de folhas revela o grau de desenvolvimento da forrageira, uma vez que o número de folhas expandidas é utilizado como padrão para estudo da fenologia de várias gramíneas (CABRAL, 2011). A emissão de novas folhas é importante para uma eficiente cobertura do solo, considerada como um dos principais fatores para viabilização e sustentabilidade da produção da cultura, uma vez que permite contenção de processos erosivos diminuindo perda de solo, de matéria orgânica e de nutrientes.

4.3 Número de perfilhos

No estudo das classes de solos dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 6), no primeiro corte da gramínea forrageira, houve diferença significativa entre os dois solos e verificou-se que o maior número de perfilhos foi produzido pelo capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando as doses de 6; 12 e 15 g dm⁻³. No segundo corte, houve diferença significativa para as duas classes de solos no número de perfilhos em todas as doses de cinza vegetal, inclusive na ausência do resíduo, em que o maior número de perfilhos da planta ocorreu quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo, por este apresentar maior fertilidade natural. Na última avaliação verificou-se significância para Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com as doses de 12 e 15 g dm⁻³, proporcionando maior número de perfilhos.

Tabela 6. Número de perfilhos de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Número de perfilhos						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	19,17 a	12,67 a	14,33 b	23,83 a	22,33 b	15,50 b
Argissolo	21,17 a	14,67 a	18,17 a	26,00 a	25,5 a	19,50 a
CV %	13,43					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	12,50 b	14,83 b	18,33 b	20,00 b	19,67 b	20,17 b
Argissolo	21,17 a	24,33 a	27,67 a	27,00 a	27,67 a	32,50 a
CV %	13,62					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	7,00 a	7,00 a	11,83 a	14,83 a	13,33 b	13,83 b
Argissolo	13,17 a	14,67 a	15,83 a	20,00 a	22,50 a	27,00 a
CV %	50,90					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

Considerando-se as doses de cinza vegetal e variando-se as classes de solos, no primeiro corte não houve efeito significativo das doses de cinza vegetal dentro das classes de solos. No segundo corte do capim-marandu, o número de perfilhos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão quando cultivado em Latossolo Vermelho com 20,24 perfilhos e ponto de máximo na dose de 12,84 g dm⁻³ de cinza vegetal. Para Argissolo Vermelho-Amarelo ocorreu efeito linear das doses e comparando-se a maior dose de cinza vegetal com a ausência de aplicação da cinza observou-se um incremento de aproximadamente 30% no número de perfilhos (Figura 4A).

Observou-se que na segunda avaliação do capim-marandu, a maior dose de cinza vegetal aplicada no Argissolo Vermelho-Amarelo produziu número de perfilhos equivalente ao trabalho com adubação mineral (nitrogênio e enxofre) na cv. Marandu verificado por Batista e Monteiro (2006). Dessa forma, ressalta-se o potencial da utilização da adubação com cinza vegetal em forrageiras.

No terceiro corte, o número de perfilhos ajustou-se ao modelo linear de regressão, apresentando incremento de 52,38 e 53,66% em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, respectivamente (Figura 4B) quando se compara a maior dose de cinza vegetal, de 15 g dm⁻³, com a ausência de aplicação desse resíduo.

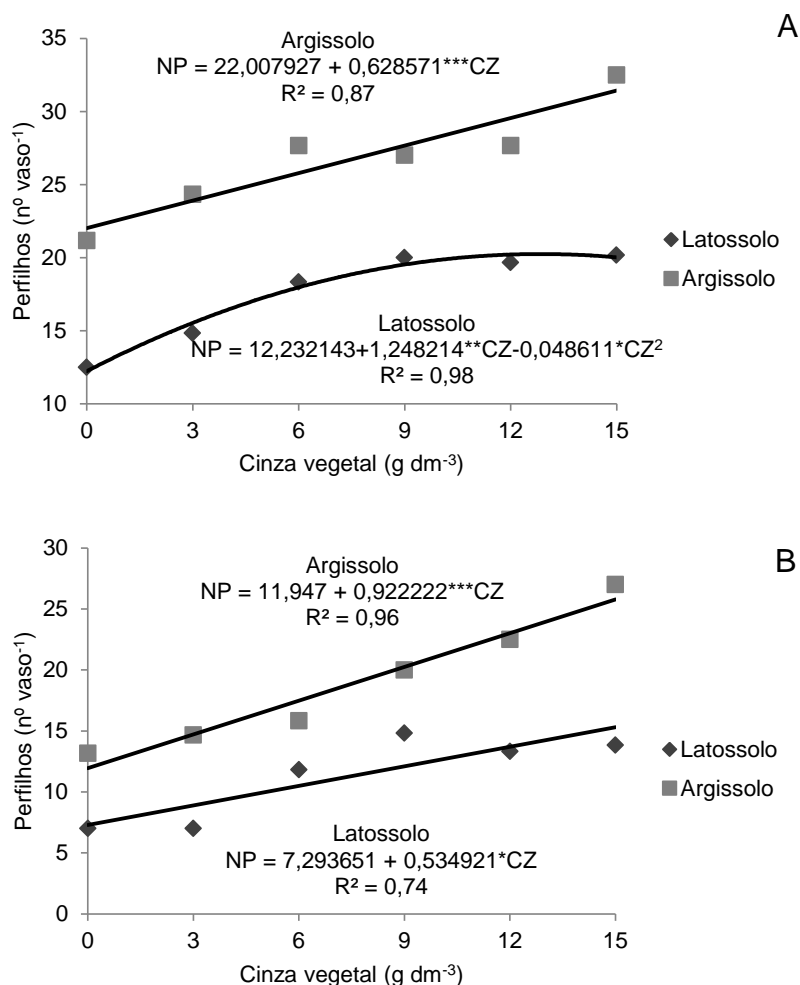


Figura 4. Número de perfilhos de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no segundo (A) e terceiro cortes (B).

NP = número de perfilhos. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Em estudo Bonfim-Silva et al. (2011b) observaram efeito linear no número de perfilhos nos dois primeiros crescimentos do capim-marandu com aumento de 2,5 a 2,0 vezes da maior dose de cinza vegetal em relação a

testemunha. De acordo com Santos (2012) a utilização de cinza vegetal como fertilizante mostrou resultados significativos para a produção em número de perfilhos do capim-marandu.

O perfilhamento de gramíneas forrageiras tem sido apontado como a característica mais importante para o estabelecimento da produtividade dessas plantas (NASCIMENTO JUNIOR; FREITAS, 2000) considerando como forma de crescimento, incremento em produtividade e, sobretudo, sobrevivência da comunidade de plantas em pastagens estabelecidas (HODGSON, 1990).

Como a produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante para o restabelecimento da área foliar, a compreensão do processo de desenvolvimento das forrageiras, sob distintas condições de utilização, é o primeiro passo para a definição de estratégias de manejo (GOMIDE et al., 2006).

4.4 Massa seca de folhas

Houve interação significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solo, para massa seca de folhas do capim-marandu, nos três cortes.

Analisando as classes de solos dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 7), na primeira avaliação, houve diferença significativa entre os dois solos, na dose de cinza vegetal de 15 g dm^{-3} , sendo que o capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo produziu maior quantidade de massa seca de folhas ($10,76 \text{ g vaso}^{-1}$). No segundo corte, verificou-se que em Latossolo Vermelho, as doses de 3; 6; 9 e 12 g dm^{-3} proporcionaram as maiores massa seca de folhas. No terceiro corte houve diferença significativa entre os dois solos na ausência de cinza vegetal em que o Argissolo Vermelho-Amarelo proporcionou maior massa seca de folhas $2,4 \text{ g vaso}^{-1}$.

Em relação à aplicação do resíduo, não houve diferença significativa entre Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho para massa seca de folhas. Demonstrando que solo de baixa fertilidade natural adubado com

cinza vegetal alcança o potencial de produção de massa seca de folhas do solo de maior fertilidade natural. A produção agrícola em solos de baixa fertilidade necessitam de complementação nutricional a qual pode ser feita com fertilizantes orgânicos, como a cinza vegetal (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 7. Massa seca de folhas (g vaso^{-1}) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Massa seca de folhas (g vaso^{-1})						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	1,97 a	2,74 a	4,58 a	5,02 a	5,64 a	6,17 b
Argissolo	2,94 a	2,80 a	5,16 a	5,83 a	6,69 a	10,76 a
CV %	20,73					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	5,11 a	6,33 a	6,45 a	6,42 b	6,52 a	6,68 a
Argissolo	5,21 a	4,80 b	4,66 b	4,52 a	4,32 b	5,84 a
CV %	14,25					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	1,08 b	1,52 a	2,27 a	2,65 a	2,77 a	2,27 a
Argissolo	2,40 a	2,33 a	2,74 a	2,55 a	2,27 a	2,90 a
CV %	39,12					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

No estudo das doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, na primeira avaliação da gramínea forrageira, (Figura 5A), a massa seca de folhas ajustou-se a modelo linear de regressão em que a maior dose de cinza vegetal incrementou em 78,41 e 66,25% na produção de massa seca de folhas do capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, respectivamente, quando comparado ao tratamento sem adubação.

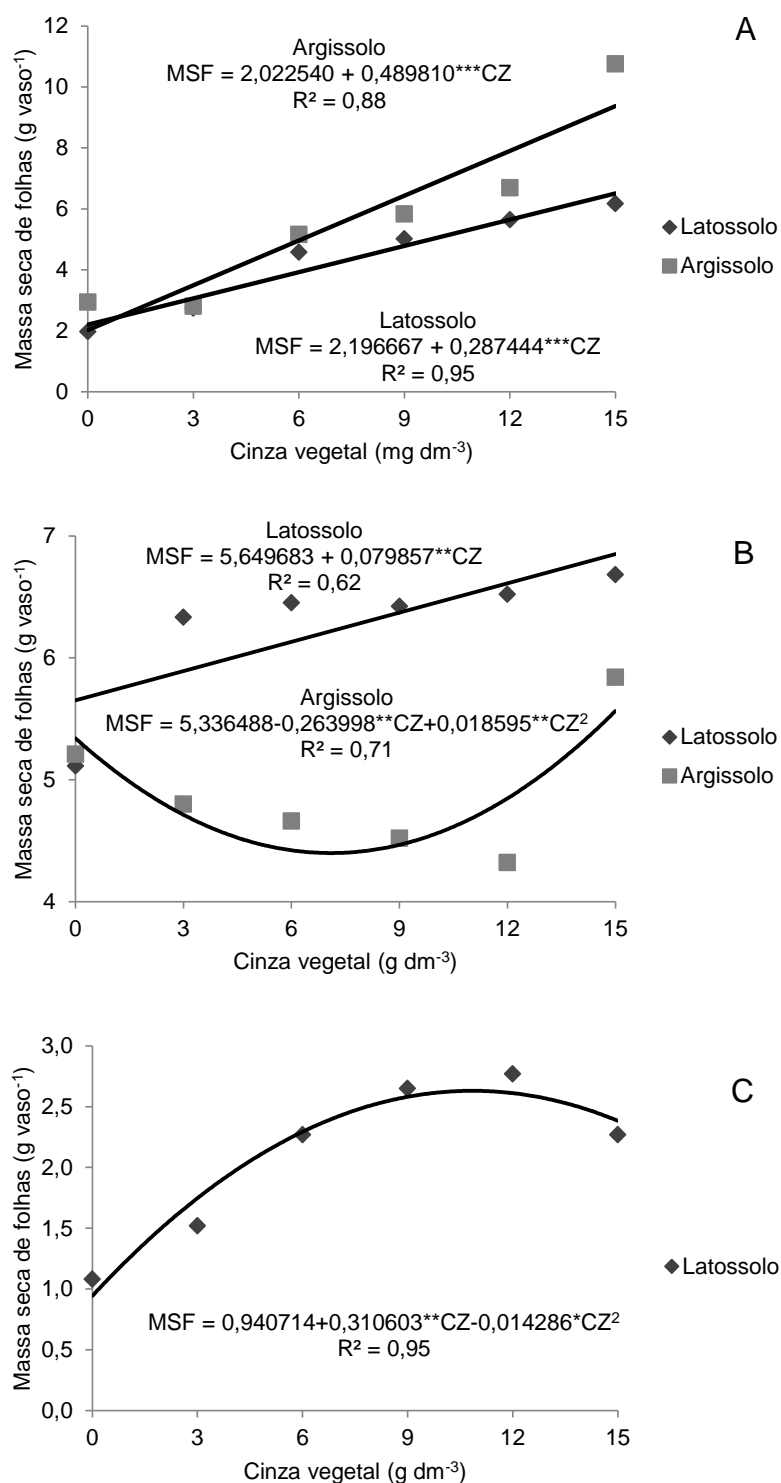


Figura 5. Massa seca de folhas de capim-marandú submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro (A) e segundo cortes (B) e Latossolo Vermelho no terceiro corte (C). MSF = massa seca de folhas. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Na segunda avaliação das plantas (Figura 5B) a massa seca de folha do capim-marandu cultivado no Latossolo Vermelho ajustou-se ao modelo linear de regressão incrementando em 17,49% na produção ao comparar a dose de 15 g dm⁻³ com a ausência de aplicação da cinza vegetal. O capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo apresentou massa seca de folhas com ajuste a modelo quadrático de regressão em que a menor quantidade de massa seca de folhas foi de 4,4 g vaso⁻¹ utilizando 7,09 g dm⁻³ de cinza vegetal.

No terceiro corte (Figura 5C) a massa seca de folhas ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em que a máxima produção (2,63 g vaso⁻¹) foi observada quando o capim-marandu foi cultivado em Latossolo Vermelho utilizando-se a dose de cinza vegetal de 10,87 g dm⁻³.

Assim como no presente estudo, Santos (2012) também verificou efeito positivo das doses de cinza vegetal sobre a *Brachiaria brizantha* cultivado em Latossolo Vermelho com maiores resultados de massa seca de folhas conforme se aumenta a dose desse resíduo.

Diante desses resultados, verificou-se que a cinza vegetal exerceu benefícios no capim-marandu, aumentando a produção de massa seca de folhas, no qual representa a porção vegetal de maior valor nutritivo, uma vez que, as folhas são mais digestíveis que os colmos e o material senescente e também apresentam maiores teores de proteína bruta (PACIULLO, 2002), por isso são preferidas pelo animal.

4.5 Massa seca de colmos

Houve interação significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solo, para massa seca de colmos do capim-marandu, nos três cortes.

Ao estudar as classes de solos dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 8), no primeiro corte do capim-marandu, as doses de 12 e 15 g dm⁻³ proporcionaram maior massa seca de colmos quando cultivado em Latossolo Vermelho. Na segunda avaliação ocorreu efeito das doses de cinza vegetal sobre as classes de solo, sendo que o capim-marandu quando

cultivado em Latossolo Vermelho produziu maior massa seca de colmos, exceto na ausência de cinza vegetal. No terceiro e último corte o Argissolo Vermelho-Amarelo foi mais eficiente na produção de colmos quando comparado ao Latossolo Vermelho tanto na ausência de adubação quanto na máxima dose de cinza vegetal do intervalo experimental.

Tabela 8. Massa seca de colmos (g vaso^{-1}) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Massa seca de colmos (g vaso^{-1})						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	0,48 a	0,89 a	1,70 a	1,98 a	2,21 b	2,50 b
Argissolo	1,07 a	0,91 a	2,30 a	2,50 a	3,14 a	5,24 a
CV %	26,74					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	1,35 a	2,13 a	2,01 a	2,01 a	2,36 a	2,34 a
Argissolo	1,63 a	1,42 b	1,51 b	1,46 b	1,26 b	1,88 b
CV %	22,52					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	1,94 b	2,55 a	3,24 a	3,37 a	3,37 a	3,50 b
Argissolo	3,58 a	2,62 a	3,93 a	3,44 a	3,61 a	4,87 a
CV %	19,81					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

Analisando as doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, no primeiro corte (Figura 6A), observou-se efeito linear das doses de cinza vegetal sobre a produção de massa seca de colmos do capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo e em Latossolo Vermelho, com 87,9 e 77,24% % de incremento, respectivamente, da maior dose cinza vegetal quando comparado a ausência de cinza vegetal.

Assim como no presente estudo, a massa seca de colmo do capim-marandu no primeiro corte, em trabalho realizado por Bonfim-Silva et al. (2013), apresentou efeito linear com o aumento das doses de cinza vegetal.

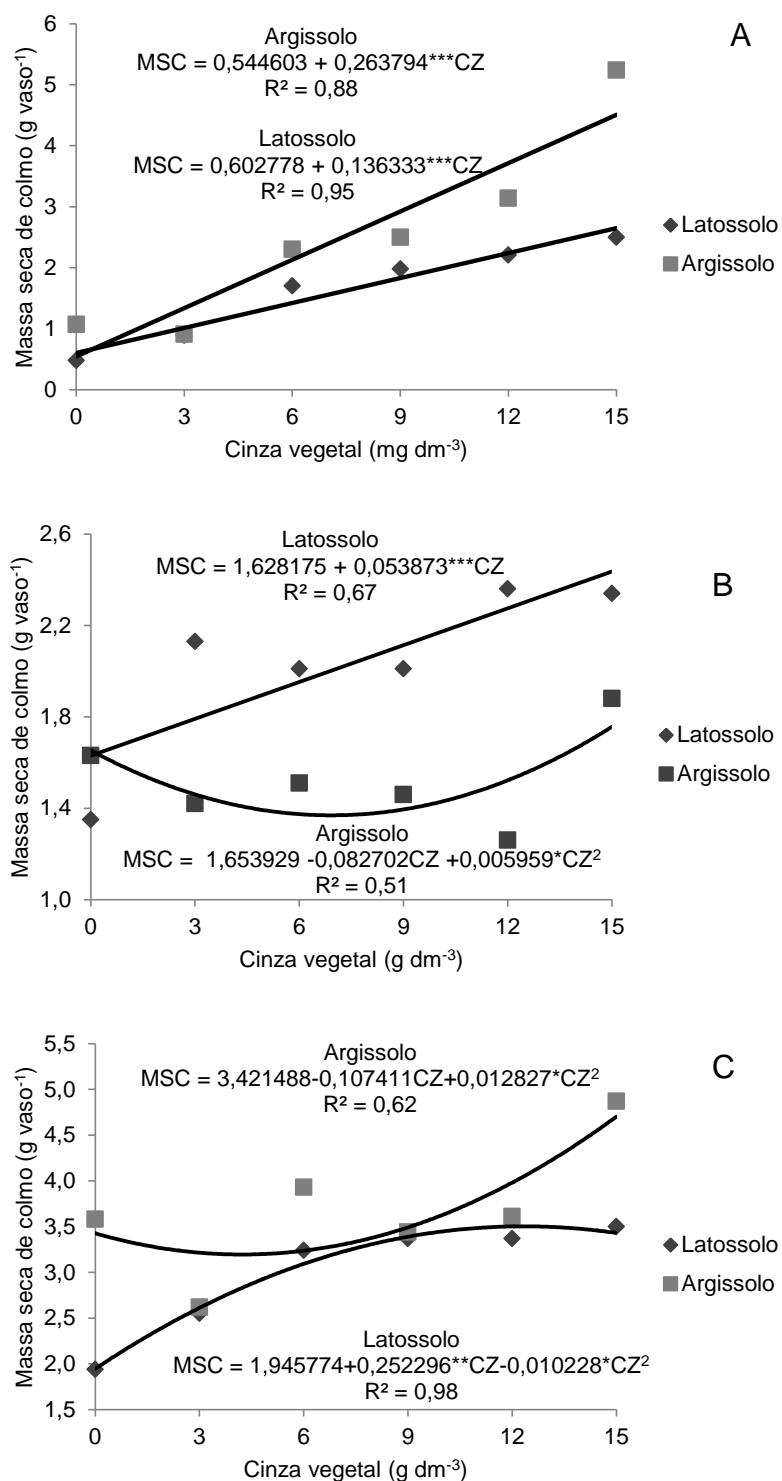


Figura 6. Massa seca de colmos de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro (A) segundo (B) e terceiro cortes (C).

MSF = massa seca de colmo. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

No segundo corte da gramínea forrageira (Figura 6B), houve acréscimo de 33,17% na produção de massa seca de colmos do capim-marandu em Latossolo Vermelho ao comparar a maior dose de cinza vegetal com a ausência de aplicação desse resíduo, enquanto a menor massa seca de colmos, 1,37 g vaso⁻¹, foi encontrada na dose de 6,96 g dm⁻³ aplicado em Argissolo Vermelho-Amarelo.

Na última avaliação (Figura 6C) a massa seca de colmos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em que a máxima produção foi igual a 3,51 g vaso⁻¹, verificada na dose de 12,38 g dm⁻³ quando capim-amarndu foi cultivado em Latossolo Vermelho. Para o Argissolo Vermelho-Amarelo, o ajuste dos resultados dessa variável foi descrito por modelo quadrático de regressão com ponto de mínima (3,20 g vaso⁻¹) na dose de cinza vegetal de 4,22 g dm⁻³.

A partir do segundo corte, o ritmo de crescimento foliar diminuiu sucedendo o desenvolvimento dos colmos. Isso é uma estratégia da planta para acumular massa, uma vez que o excesso de folhas causa autossombreamento, reduzindo a fotossíntese total da planta (NEGREIROS NETO, 2007).

4.6 Massa seca da parte aérea

Ao considerar as doses de cinza vegetal para estudo das classes de solos (Tabela 9), no primeiro corte do capim-marandu, as maiores produções de massa seca da parte aérea foram observadas nas doses de cinza vegetal de 12 e 15 g dm⁻³ quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo. Na segunda avaliação, a gramínea cultivada em Latossolo Vermelho com aplicação de 3; 6; 9 e 12 g dm⁻³ de cinza vegetal proporcionou maior massa seca da parte aérea. No terceiro e último cortes, a maior massa seca da parte aérea do capim-marandu foi verificada na máxima dose de cinza vegetal (15 g dm⁻³) aplicada em Argissolo Vermelho-Amarelo.

Tabela 9. Massa seca da parte aérea (g vaso^{-1}) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Massa seca da parte aérea						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	2,45 a	3,63 a	6,28 a	7,00 a	7,85 b	8,67 b
Argissolo	4,01 a	3,71 a	7,46 a	8,33 a	9,82 a	15,99 a
CV %	21,99					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	6,46 a	8,46 a	8,45 a	8,43 a	8,87 a	9,02 a
Argissolo	6,84 a	6,22 b	6,17 b	5,98 b	5,58 b	7,71 a
CV %	15,67					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm^{-3})					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	3,02 b	4,06 a	5,51 a	6,02 a	6,14 a	5,89 b
Argissolo	5,98 a	4,95 a	6,67 a	5,99 a	5,98 a	7,89 a
CV %	25,29					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

Analisando as classes de solos e variando as doses de cinza vegetal, no primeiro corte (Figura 7A), a massa seca da parte aérea do capim-marandu ajustou-se ao modelo linear de regressão quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho com incremento de 81,49 e 69,43%, respectivamente, ao comparar-se a maior da dose de cinza vegetal (15 g dm^{-3}) com a ausência da adubação com esse resíduo.

Bonfim-Silva et al. (2013) trabalhando com doses de cinza vegetal na produção do capim-marandu cultivado em Latossolo Vermelho também verificaram resposta linear crescente da massa seca da parte aérea, justificada pelo baixo teor de fósforo presente na cinza utilizada. Diferentemente Santos (2012) observou efeito quadrático para produção de massa seca da parte aérea ($29,93 \text{ g vaso}^{-1}$) do capim-marandu, alcançando o ponto de máxima na dose de cinza vegetal de $13,90 \text{ g dm}^{-3}$, com incremento de 97,98%, quando se compara esta dose de cinza vegetal com a ausência de adubação. Assim, vale ressaltar que a cinza vegetal utilizada

por esse autor apresentou melhores resultados na caracterização como corretivo e fertilizante do que o presente estudo.

No segundo corte (Figura 7B), houve interação significativa para massa seca da parte aérea entre as doses de cinza vegetal e as classes de solo. A massa seca da parte aérea do capim-marandu quando cultivado em Latossolo Vermelho ajustou-se ao modelo linear de regressão com incremento de 21,61%, comparando-se a dose de 15 g dm⁻³ com o tratamento sem adubação com cinza vegetal. A gramínea cultivada em Argissolo Vermelho-Amarelo apresentou uma produção mínima de massa seca da parte aérea de 5,77 g vaso⁻¹ observada na dose de cinza vegetal de 7,06 g dm⁻³.

Na terceira avaliação da planta (Figura 7C), não houve diferença significativa na produção de massa seca da parte aérea do capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo. Para a classe de Latossolo Vermelho, a massa seca da parte aérea ajustou-se ao modelo quadrático de regressão sendo que a dose de cinza vegetal de 11,80 g dm⁻³ proporcionou maior massa seca da parte aérea.

Resultados positivos na produção de massa seca da parte aérea com utilização de cinza vegetal também foram observados por Bonfim-Silva et al. (2011d) trabalhando com *Crotalaria juncea* submetida a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho do Cerrado.

A massa seca da parte aérea está relacionada com a qualidade e quantidade de folhas. Esta característica é muito importante porque as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação, a qual necessitará de boa reserva de fotoassimilados (BELLOTE; SILVA, 2000).

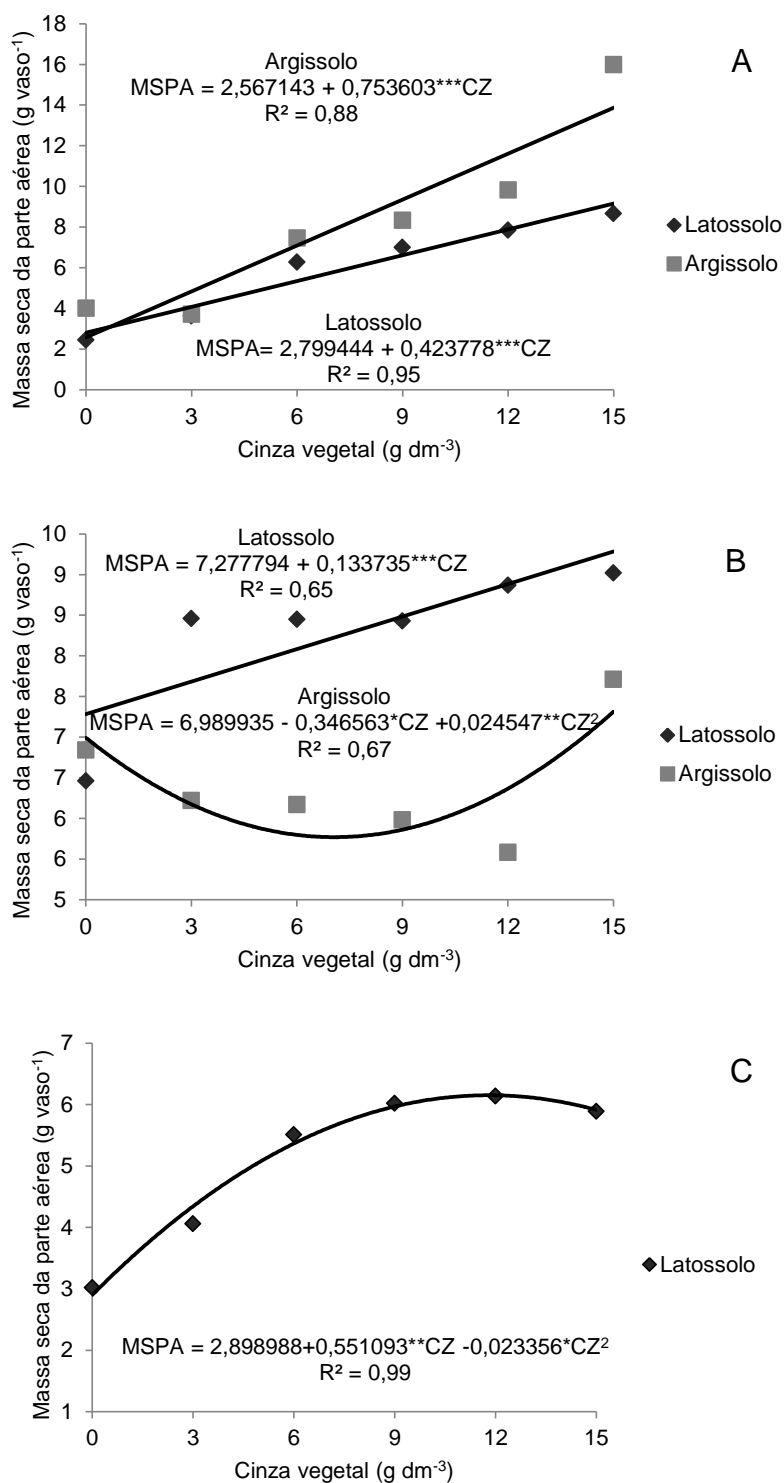


Figura 7. Massa seca da parte aérea de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro (A) e segundo cortes (B) e em Latossolo Vermelho no terceiro corte (C).

MSPA = massa seca da parte aérea. CZ = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

4.7 Massa seca da raiz

Houve interação significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solo, para massa seca de raiz do capim-marandu, nos três cortes.

Estudando as classes de solo dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 10), houve diferença significativa entre as classes de solos na ausência e na máxima dose de cinza vegetal em que o capim-marandu cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo produziu maior massa seca de raiz de 11,14 e 22,94 g vaso⁻¹, respectivamente.

Tabela 10. Massa seca de raiz (g vaso⁻¹) de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Classes de solos	Massa seca de raiz (g vaso ⁻¹)					
	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	4,59 b	9,19 a	16,09 a	13,96 a	15,74 a	14,35 b
Argissolo	11,14 a	9,57 a	12,98 a	12,23 a	12,45 a	22,94 a
CV %	32,57					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

No desdobramento das doses de cinza vegetal dentro de cada classe de solo (Figura 8), a massa seca de raiz ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em que maior valor, igual a 15,94 g vaso⁻¹, foi observado na dose de cinza vegetal de 10,65 g dm⁻³ quando a gramínea foi cultivada em Latossolo Vermelho. Para Argissolo Vermelho-Amarelo, a dose de cinza vegetal de 4,12 g dm⁻³ proporcionou 10,0 g vaso⁻¹ de massa seca de raiz.

Ao observar as doses intermediárias de cinza vegetal (3; 6; 9 e 12 g dm⁻³) verifica-se que o capim-marandu cultivado em Latossolo Vermelho, solo de menor fertilidade natural, ultrapassa a produção da massa seca de raiz do capim quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo, demonstrando a importância do uso de cinza vegetal, principalmente, em solos de baixa fertilidade. De acordo com Horta (2010) solos ácidos e de baixa fertilidade ocasionam más condições de nutrição para as culturas,

conduzindo a baixas produções e este resíduo pode melhorar alguns dos fatores limitantes da produção e qualidade das culturas.

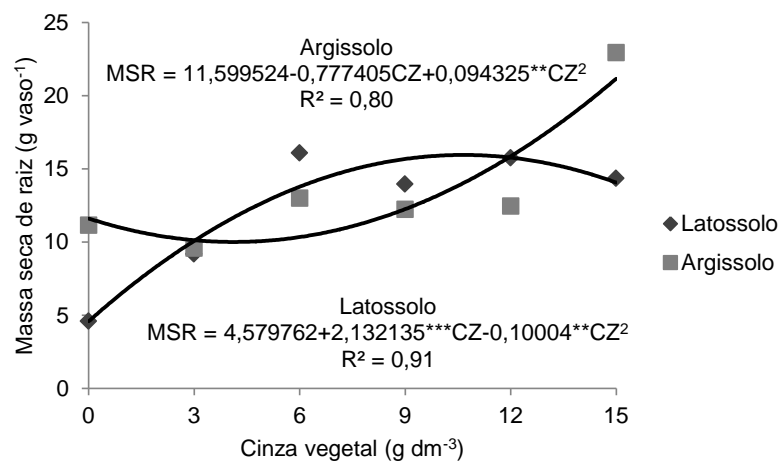


Figura 8. Massa seca de raiz de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo. MSF = massa seca de raiz. CZ = cinza vegetal. ** e *** significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Os resultados do presente estudo apontam a importância da cinza vegetal no desenvolvimento radicular da gramínea forrageira. Pois, de acordo com Quadros (2000) a raiz é um órgão vital que possui as funções básicas de sustentação, reserva e absorção de água e nutrientes. A medida da massa de raízes também é importante para avaliar a contribuição dessas no acúmulo de matéria orgânica do solo (CARVALHO, 1999), proveniente do material vegetal morto não pastejado, uma vez que proporciona melhorias na estrutura do solo, maior crescimento vegetal e melhor aproveitamento de nutrientes, como nitrogênio e fósforo.

4.8 Relação folhas/colmos

Analisando as classes de solos dentro das doses de cinza vegetal (Tabela 11) verificou-se que a ausência da aplicação do resíduo proporcionou a maior relação folhas/colmos (4,78) da gramínea quando cultivado em Latossolo Vermelho. No segundo corte da gramínea forrageira, a maior relação folha colmo (3,61) foi observada na dose de cinza vegetal de 12 g dm⁻³ aplicada em Argissolo Vermelho-Amarelo. Na terceira avaliação a

dose de cinza vegetal de 3 g dm^{-3} aplicada em Argissolo Vermelho-Amarelo apresentou a maior relação folhas/colmos de capim-marandu de 0,87.

Tabela 11. Relação folhas/colmos de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Classes de solos	Relação folhas/colmos		
	Primeiro corte	Segundo corte	Terceiro corte
	Cinza vegetal (g dm^{-3})		
	0 g dm^{-3}	12 g dm^{-3}	3 g dm^{-3}
Latossolo	4,78 a	2,77 b	0,59 b
Argissolo	3,18 b	3,61 a	0,87 a
CV %	25,41	15,60	32,41

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

Ao considerar as doses de cinza vegetal e variar as classes de solos, no primeiro corte do capim-marandu (Figura 9A), a relação folhas/colmos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, sendo que o menor resultado igual a 2,32 foi obtida na dose de cinza vegetal de $10,79 \text{ g dm}^{-3}$ aplicada em Latossolo Vermelho. Quanto ao Argissolo Vermelho-Amarelo, houve decréscimo de 41,58% na relação folhas/colmos quando comparado a ausência de aplicação da cinza com a dose máxima do experimento (15 g dm^{-3}).

Na segunda avaliação as doses de cinza vegetal reduziram em 21,68% a relação folhas/colmos do capim-marandu quando cultivado em Latossolo Vermelho ao comparar a ausência com a dose máxima desse resíduo (Figura 9B). No terceiro corte do capim-marandu, não houve efeito significativo das doses de cinza vegetal dentro das duas classes de solos.

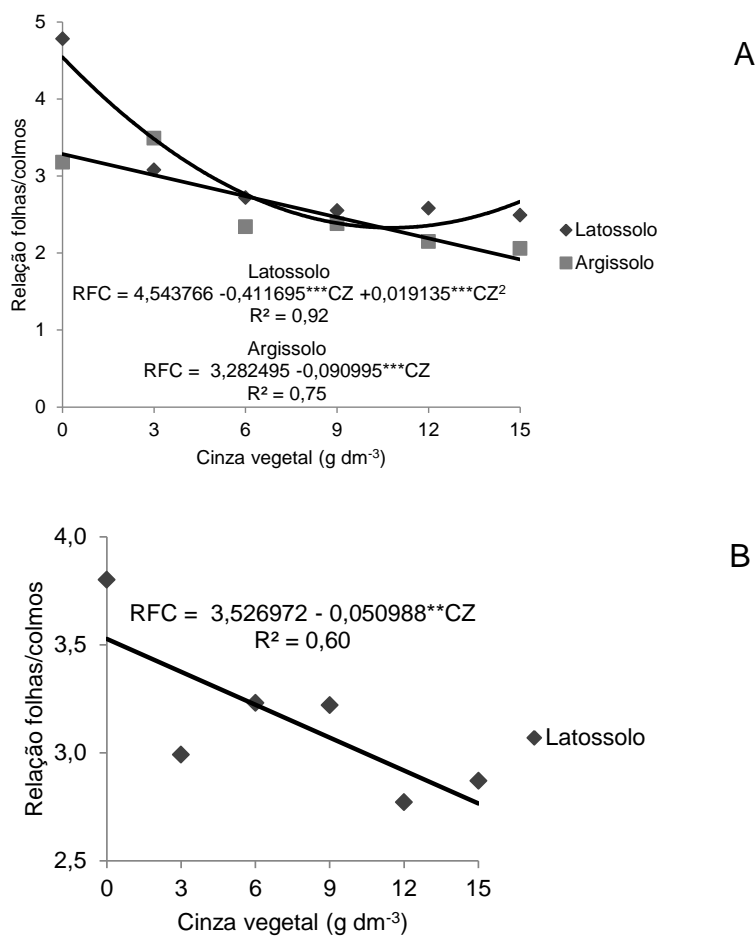


Figura 9. Relação folhas/colmos de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no primeiro corte (A) e Latossolo Vermelho no segundo corte (B). RFC = relação folha/colmo. CZ = cinza vegetal. ** e *** significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

A redução da relação folhas/colmos do capim-marandu ocorreu devido ao aumento na produção de colmo com a aplicação das doses de cinza vegetal. A medida que os nutrientes foram extraídos na ocasião dos cortes tornaram-se insuficientes, pois não houve a reaplicação da cinza vegetal, que pode interferir na estrutura da gramínea, comprometendo a eficiência de pastejo em decorrência do decréscimo na relação folhas/colmos (RODRIGUES et al., 2008). A variável folhas/colmos, segundo Euclides et al. (2000), guarda relação direta com o desempenho dos animais em pastejo, importantes do ponto de vista do valor nutritivo e do manejo das espécies forrageiras (ALDEN; WHITAKER, 1970; PINTO et al., 1994).

Apesar desse decréscimo na relação folhas/colmos os resultados obtidos neste estudo estão acima do limite crítico ideal que é igual a 1,00 e esse nível crítico considera a quantidade e a qualidade da forragem produzida (PINTO et al., 1994; ANDRADE, 1997).

4.9 Leitura SPAD

Ao analisar as doses de cinza vegetal para o estudo das classes de solos (Tabela 12), no primeiro corte do capim-marandu, verificou-se significância apenas para a dose de 3 g dm⁻³ de cinza vegetal, produzindo maior Leitura SPAD (47,25) quando o capim-marandu foi cultivado em Latossolo Vermelho. Enquanto no segundo corte, houve efeito significativo para Latossolo Vermelho utilizando todas as doses de cinza vegetal e na ausência de adubação com esse resíduo. No terceiro corte, para a ausência de cinza vegetal e as doses de 3; 6; 9 e 12 g dm⁻³ obtiveram-se as maiores leituras SPAD no capim-marandu quando cultivado em Latossolo Vermelho.

Tabela 12. Leitura SPAD de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Leitura SPAD						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	42,53 a	47,25 a	44,57 a	43,18 a	43,93 a	42,93 a
Argissolo	45,95 a	42,17 b	49,28 a	46,07 a	42,00 a	41,92 a
CV %	9,59					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	39,88 a	39,4 a	37,25 a	36,95 a	37,62 a	36,03 a
Argissolo	30,30 b	28,32 b	23,28 b	22,08 b	22,62 b	22,15 b
CV %	9,83					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	33,02 a	36,53 a	33,58 a	34,12 a	35,10 a	31,70 a
Argissolo	27,83 b	28,98 b	25,8 b	24,18 b	26,83 b	27,93 a
CV %	11,36					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

No estudo das doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, para a leitura SPAD do capim-marandu no primeiro corte e terceiro corte não houve diferença significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solos. Na segunda avaliação (Figura 10), a Leitura SPAD do capim-marandu ajustou-se ao modelo linear de regressão, decrescente, quando cultivado em Latossolo Vermelho, indicando que o aumento das doses de cinza vegetal até a dose de 15 g dm⁻³ diminuiu a Leitura SPAD da gramínea forrageira em 8,99%, ao comparar a ausência de aplicação com a dose de 15 g dm⁻³ de cinza vegetal. Quando a gramínea foi cultivada em Argissolo Vermelho-Amarelo, a Leitura SPAD ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em que o menor valor de 21,91 foi observado na dose de 12,25 g dm⁻³.

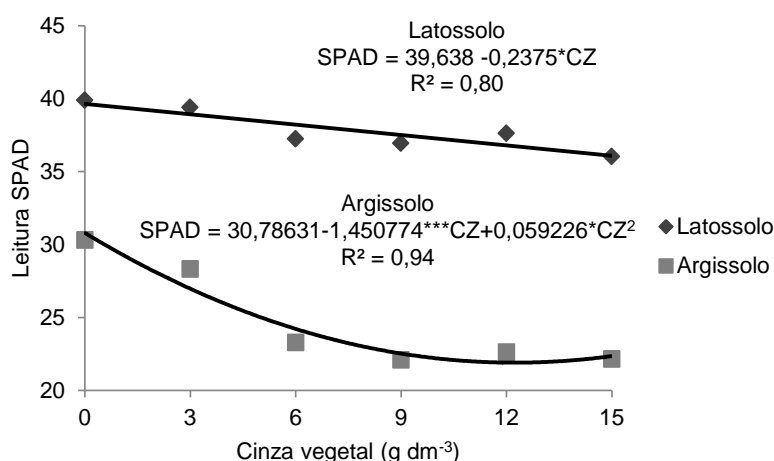


Figura 10. Leitura SPAD de capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo no segundo corte.

CZ = cinza vegetal. * e *** significativo a 5 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

A partir do segundo corte do capim-marandu, a leitura SPAD das gramíneas em Argissolo Vermelho-Amarelo diminuiu comparada ao Latossolo Vermelho, observando-se também o amarelecimento nas folhas novas da gramínea forrageira quando cultivada em Argissolo Vermelho-Amarelo. Este é típico sintoma de deficiência de enxofre, podendo ter ocorrido em razão do esgotamento dos nutrientes em virtude da não reaplicação da cinza vegetal a cada corte. Visto que, o enxofre é um dos

elementos que facilmente se volatiliza durante a combustão da biomassa (PITA, 2009)

O enxofre, além do nitrogênio, ferro e manganês, são importantes na síntese de clorofila, pois, em caso de deficiência, provocam clorose nas folhas (MALAVOLTA et al., 1997). Rodrigues (2002) observou, em estudo com capim-Braquiária, que o enxofre influenciou o valor SPAD e Bonfim-Silva e Monteiro (2010) verificaram que os resultados de valor SPAD observados no primeiro corte do capim-braquiária demonstram a necessidade do equilíbrio na relação nitrogênio:enxofre.

Santos (2012) verificou nos três cortes que os resultados de índice SPAD do capim-marandu ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, alcançando seus pontos máximos em índice SPAD. Cabral (2011) observou no capim-marandu, submetido a adubação nitrogenada, maior leitura SPAD igual a 46,1, enquanto no presente estudo a dose de 3 g dm^{-3} de cinza vegetal proporcionou leitura SPAD de 47,25 no primeiro crescimento. Isso justifica a importância da aplicação de cinza vegetal como fonte alternativa de adubo para melhorar o valor nutricional de gramíneas quanto à absorção de nitrogênio. Tendo em vista que a medida indireta da clorofila, que avalia a intensidade da cor verde na folha, tornou-se um método alternativo para a avaliação da nutrição nitrogenada em plantas (ARGENTA et al., 2002).

4.10 pH do solo por ocasião da semeadura

No desdobramento das classes de solos dentro de cada dose de cinza vegetal (Tabela 13) o Argissolo Vermelho-Amarelo apresentou maior pH do solo por ocasião da semeadura em todas doses de cinza vegetal e até mesmo na ausência da aplicação do resíduo. Quanto à influência das doses de cinza vegetal (Figura 11) houve incremento linear de 4,34 e 7,41%, para Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, respectivamente, comparando a maior dose de cinza vegetal (15 g dm^{-3}) com ausência da aplicação.

Tabela 13. pH do solo por ocasião da semeadura do capim-marandu, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo

Classes de solos	pH do solo por ocasião da semeadura do capim-marandu					
	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	3,97 b	3,94 b	3,98 b	4,05 b	4,06 b	4,15 b
Argissolo	5,25 a	5,44 a	5,37 a	5,60 a	5,61 a	5,67 a
CV %	2,65					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

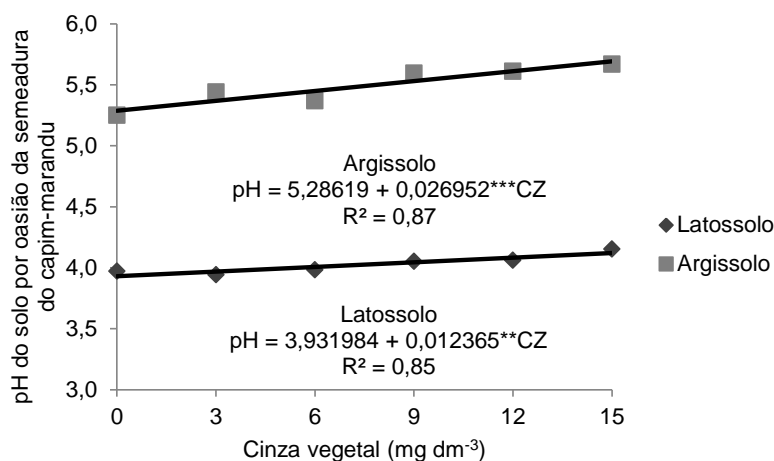


Figura 11. pH do solo por ocasião da semeadura do capim-marandu submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo.

CZ = cinza vegetal. ** e *** significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Foi possível observar que, a partir do incremento do resíduo sobre o pH, o desempenho da cinza vegetal como corretivo solo. Darolt et al. (1993), verificaram que os valores de pH apresentaram praticamente uma relação linear com as doses de cinzas estudadas, indicando aumentos de pH proporcionais às quantidades de cinza adicionadas, atribuindo as elevações de pH principalmente à liberação de carbonato de potássio pela reação da cinza no solo. O carbonato de potássio representa mais da metade da parte solúvel das cinzas (RIGAU, 1960).

4.11 pH do solo por ocasião dos cortes

Considerando-se as doses de cinza vegetal e variando-se as classes de solos (Tabela 14), no primeiro e terceiro corte das plantas, verificou-se diferença significativa entre as classes de solos em todo intervalo experimental, em que o maior pH do solo por ocasião dos cortes foi obtido no Argissolo Vermelho-Amarelo. Na segunda avaliação do capim, houve diferença significativa entre os dois solos nas doses de cinza vegetal 3 e 15 g dm⁻³, sendo o maior pH do solo por ocasião dos cortes da gramínea forrageira, de 4,59 e 4,39, observado no Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, respectivamente.

Tabela 14. pH do solo submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, por ocasião dos cortes do capim-marandu

pH do solo por ocasião dos cortes do capim-marandu						
Primeiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	4,31 b	4,34 b	4,34 b	4,63 b	4,31 b	4,41 b
Argissolo	4,94 a	5,26 a	5,01 a	5,08 a	4,88 a	4,91 a
CV %	2,77					
Segundo Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	4,46 a	4,59 a	4,43 a	4,32 a	4,16 a	4,18 b
Argissolo	4,55 a	4,35 b	4,47 a	4,41 a	4,20 a	4,39 a
CV %	2,26					
Terceiro Corte						
Classes de solos	Cinza vegetal (g dm ⁻³)					
	0	3	6	9	12	15
Latossolo	4,11 b	3,96 b	3,97 b	4,03 b	3,97 b	3,94 b
Argissolo	4,55 a	4,59 a	4,57 a	4,42 a	4,45 a	4,74 a
CV %	1,79					

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV% = Coeficiente de variação.

No desdobramento das doses de cinza vegetal dentro das classes de solos, para o pH do solo no primeiro corte e terceiro corte não houve diferença significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solos. No segundo crescimento (Figura 12), o pH do Latossolo Vermelho ajustou-se ao modelo linear de regressão com decréscimo de 8,77% nas unidades

de pH do solo relacionando a ausência de aplicação desse resíduo com a dose de 15 g dm⁻³.

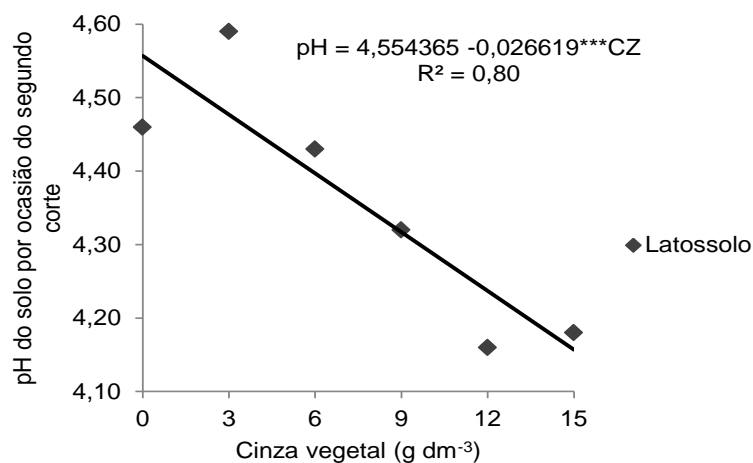


Figura 12. pH do solo por ocasião do segundo corte submetido a doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho por ocasião do segundo corte. CV = cinza vegetal. *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Diferentemente do presente estudo, Santos (2012) observou elevação de 5,28 para 6,26 unidades de pH, conforme o aumento das doses de cinza vegetal, no primeiro corte de *Brachiaria brizantha*. Vale ressaltar, que no presente estudo o pH dos solos de cinza vegetal foi inferior aos obtidos por Santos (2012) que foi de 10,90.

Essa redução no pH do Latossolo Vermelho justifica-se ao observar a produção de massa seca de folhas do capim-marandu do presente estudo, no qual notou-se um aumento na produção das gramíneas conforme a elevação das doses de cinza vegetal explicando, assim, a redução do pH do solo com o aumento das doses devido a extração dos nutrientes pelas plantas acidificando solo. De acordo com Malavolta (2006) a absorção de cátions pelas raízes promove a acidificação do solo, devido à extrusão do H⁺ celular para a solução do solo.

Somado a isso, o decréscimo no valor de pH do solo por ocasião dos cortes pode estar relacionado à solubilização da cinza no solo e à taxa a que os nutrientes se tornam disponíveis para as plantas, diferente do que acontece com os calcários (DEMEYER et al., 2001). O calcário é, sobretudo,

constituído por carbonatos de cálcio ou magnésio, enquanto as cinzas possuem óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos de vários metais. Por sua vez, os óxidos e hidróxidos são muito mais solúveis que os carbonatos, fazendo da cinza um corretivo mais reativo e solúvel que o calcário (PITA, 2009).

Com relação a não significância do Argissolo Vermelho-Amarelo, em função das doses de cinza vegetal, deve-se a maior capacidade de troca de cátions (CTC) deste solo, que conseqüentemente confere maior efeito tampão. O efeito tampão é a capacidade que um determinado solo possui em resistir a mudança de pH (ABREU JUNIOR et al., 2000), o que explica a não variação desta variável.

Segundo Fageria (1998) o pH do solo é uma das propriedades químicas mais importantes na determinação da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Se o pH não estiver na faixa adequada, pode ocorrer a deficiência ou toxidez nutricional, prejudicar a produção das culturas e, conseqüentemente, diminuir a eficiência nutricional.

5. CONCLUSÕES

O capim-marandu, em geral, apresentou maiores desenvolvimento, crescimento e produção quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com a dose de cinza vegetal de 15 g dm^{-3} .

As máximas produções do capim-marandu cultivado em Latossolo Vermelho foram obtidas no intervalo das doses de cinza vegetal de 9 a 15 g dm^{-3} .

A cinza vegetal como corretivo e fertilizante, em geral, proporciona maiores desenvolvimento, crescimento e produção do capim-marandu cultivado em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.645-657, 2000.

ALDEN, W. G.; WHITAKER, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the inter relationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, n.5, p.755-766, 1970.

ALMEIDA, R. G. de; AZEVEDO, E. C. de; SALMAZO, A. S.; et al. Perdas de solo e de água em áreas de Argissolo sob pastagem e mata nativa, no sudoeste do estado de Mato Grosso. In: ZOOTEC, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2005.

ANDRADE, A.C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) sob diferentes doses de nitrogênio e potássio**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

ANDRADE, F. M. E. de. **Produção de forragem e valor alimentício de capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ANDRIESSE, J. P. Monitoring project of nutrient cycling in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in Asia. Part I, Text. **Research Report**, Royal Tropical Institute, Amsterdam, 141p. 1987.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.519-527, 2002.

AZEVEDO JUNIOR, N. P. de. **Produção e composição bromatológica do capim-piatã em diferentes frequências de corte sob irrigação**. 2011. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1281-1288, 2006.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações

nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.105-133.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.909-317, 2007.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.1641-1649, 2010.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da; CABRAL, C. E. A.; et al. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p.180-186, 2011a.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; et al. Características morfológicas e estruturais de capim-marandu adubado com cinza vegetal em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n. 2, p.1-9, 2011b.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da; SANTOS, C. C. do; et al. Características produtivas e eficiência no uso de água em rúcula adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p.178-186, 2011c.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da; GUIMARÃES, S. L.; POLIZEL, A. C. Desenvolvimento e produção de *Crotalaria juncea* adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p.371-379, 2011d.

BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. E. A.; SILVA, T. J. A. da; et al. Cinza vegetal: Características produtivas e teor de clorofila do capim-marandu. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.5, p.1215-1225, 2013.

BRAUD, I.; DE CONDAPPA, D.; SORIA, J. M.; et al. Use of scaled forms of the infiltration equation for the estimation of unsaturated soil hydraulic properties (the Beerkan method). **European Journal Soil Science**, Oxford, v.56, p.361-374, 2005.

CABRAL, C. E. A. **Capins marandu, decumbens e convert submetidos à adubação nitrogenada**. 2011. 90f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

CAMPOS, P. M. **Caracterização morfológica, física, química e mineralógica de Latossolos no Distrito Federal**. 2006. 66f. Trabalho de

conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CARVALHO, M. C. S. **Práticas de recuperação de uma pastagem degradada e seus impactos em atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo**. 1999. 101f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CORRÊA, M. M.; ANDRADE, F. V.; MENDOÇA, E. S.; et al. Ácidos orgânicos de baixo peso molecular e ácidos húmicos e alterações em algumas propriedades físicas e químicas de latossolos, plintossolo e Neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.121-131, 2008.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T. Avaliação agronômica de genótipos de *Brachiaria brizantha* em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1998. v.2, p.614-616.

CRUZ, P. G. da. **Produção de forragem em *Brachiaria brizantha*: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem**. 2010. 102f. Tese (Doutorado em Ciências: Área de Concentração em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

DAROLT, M. R.; BLANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.11, n.1, p.38-40, 1993.

DAROLT, M. R.; OSAKI, F. Efeito da cinza de caeira de cal sobre a produção da aveia preta, no comportamento de alguns nutrientes. 1989, 33p. In: **Calagem & Adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991.

DEMEYER, A., NKANA, J.C.V., VERLOO, M.G. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, v.77, p.287-295, 2001.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2 ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPDC, 1984. 31p. (Documentos, 21).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997. 212p. (Documentos 1).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá. **Formação de pastagens com capim marandú (*Brachiaria brizantha* cv Marandú) nos Cerrados do Amapá**. RT/07, EMBRAPA CPAF, 1999, 3p. (Recomendações Técnicas).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 2004. 36p. (Documentos, 149).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 2006. 306p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Correlação Pedológico-Geotécnica do Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 2009. 42p. (Documentos 117).

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. de. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000 (supl.2).

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.515-524, 1999.

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

FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, p.228-236, 2012.

GOMES, F. P. **Adubos e adubações**. São Paulo: Edição Melhoramentos, 1968. 188p.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, p.554-579.

GONÇALVES, J. L. de M.; MORO, L. Uso da "cinza" de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.48/49, p.28-37, 1995.

GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. H. S.; CAMPANHARO, W. A.; RODRIGUES, B. P. Uso de cinzas de fornos de cerâmica como fonte de nutrientes para aproveitamento na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009. Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2009.

HERNÁNDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.40, n.1, p.37-50, 1997.

HODGSON, J. Herbage production and utilization. In: HODGSON, J. (Ed.). **Grazing management: science into practice**. New York : J. Wiley, 1990. 203p.

HORTA, C.; LUPI, S. ANJOS, O.; ALMEIDA, J. Avaliação do potencial fertilizante de dois resíduos da indústria florestal. **Revista Ciência Agrárias**, Lisboa, v.33, n.2, 2010.

IGNATIEFF, V. PAGE, H. J. **El uso eficaz de los fertilizantes**. 2. ed. Roma: FAO, 1959. p.101-102.

JACOMINE, P. T. K. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA CPATC; EMBRAPA CNPMF; IGUFBA, 1996. p.13-26.

JARBAS, T.; SÁ, I. B.; PETRERE, V. G.; TAURA, T. A. **Argissolos**. 2010. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html>. Acesso dia 10 de junho de 2013.

KAISER, D. R. **Estrutura e água em Argissolo sob distintos preparos na cultura do milho**. 2010. 151f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo: Área de

Concentração em Processos Físicos e Morfogenéticos do Solo) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M.; et al. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role fertilizers. **Field Crops Research**, v.62, p.225-237, 1999.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.17-40, 1997.

LIMA, R. de L. S. de; SILVA, M. I. de L.; JERÔNIMO, J. F., et al. Uso fertilizante de cinza vegetal e lodo de esgoto para a produção do algodoeiro cv. Rubi. Parte 2. Variáveis de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, CNPA, 2005.

LIMA, R. de L. S. de; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. FERREIRA, G. B. Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, CNPA, 2006.

LOUÉ, A. The interaction of potassium with other growth factors, particularly with other nutrients. In: CONGRESS POTASSIUM RESEARCH: Review and Trends, 11, 1978, Bern. **Proceedings....** Bern: International Potash Institute, 1978. p.407-434.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrado: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1, 1995. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005. p.56-84.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.

MATERECHERA, S. A; MKHABELA, T. S. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. **Bioresource Technology**, Essex, v.85, p.9-16, 2002.

MAXWELL, T. J.; TREACHER, T. T. Decision rules for grassland management. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM OF BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 21, 1987, Hurley. **Anais...** Hurley: British Grassland Society, 1987. p.67-76.

MINOLTA CAMERA CO. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22p.

NANTES, N. N. **Manejo e produtividade de cultivares de *Brachiaria brizantha***. Revisão de literatura (Disciplina Seminário I) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Campo Grande, 2009. 21p.

NASCIMENTO JUNIOR, D. do; FREITAS, A. W. de P. **Dinâmica do perfilhamento em pastagens sob pastejo**. Revisão de literatura (Disciplina de Forragicultura) - Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Viçosa, 2000. 21p.

NEGREIROS NETO, J. V. de. **Consortiação de forragens: uma alternativa de aumento da produção de forragens e melhoria das propriedades físicas de solos no Norte do Tocantins**. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical: Área de Concentração em Produção Animal) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Tocantins, Araguaína, 2007.

NKANA, J.C.V.; DEMEYER, A; VERLOO, M.G. Effect of wood ash application on soil solution chemistry of tropical acid soils: incubation study. **Bioresource Technology**, Essex, v.85, p.323-325, 2002.

OBERNBERGER, I.; BRUNNER, T.; BÄRNTHALER, G. Chemical properties of solid biofuels –significance and impact. **Biomass and Bioenergy**, 2006.

OLIVEIRA, V. V. de; ARAÚJO, F. M. de; FARIAS, A. F. F.; et al. Avaliação agronômica de cinzas de fornos de cerâmica do semi-árido em termos de pH, alumínio trocável (Al^{+3}) e matéria orgânica. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58, 2006. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBPC/UFSC, 2006.

OSAKI, F.; DAROLT, M. R. Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba, **Revista Setor Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.11, n.1, p.197-205, 1991.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.357-364, 2002.

PERUCCI, P.; MONACI,E.; ONOFRI,A.; VISCHETTI, C.; CASUCCI, C. Changes in physico-chemical and biochemical parameters of soil following

addition of wood ash: a field experiment. **European Journal of Agronomy**, Montpellier, v.28, n.3, p. 155-161, 2008.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

PITA, P. V. V. **Valorização agrícola de cinza da co-combustão de bagaço de cana-de-açúcar e biomassa lenhosa**. 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

QUADROS, D. G. **Metodologias para avaliação de raízes de plantas forrageiras: Aspectos técnicos e práticos**. Seminário (Disciplina de Introdução de plantas forrageiras) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Zootecnia, Jaboticabal, 2000. 24p.

RAPOSO, H. **As três adubações**. 2. ed. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1963. 85p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.: il.

RIBEIRO, J. F. Cerrado. O pai das águas do Brasil e a cumeeirada América do Sul. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, São Leopoldo, ano 6, ed. 382, 2011.

RIGAU, A. **Los Abonos – Su preparación y empleo**. 2. ed., Barcelona, Sites, 1960, 115p.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p.16-60.

RODRIGUES, R. C. **Calcário, nitrogênio e enxofre para recuperação do capim-Braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada**. 2002. 141f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RODRIGUES, D. de C. **Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex° Rich) Stapt e modelagem de resposta produtiva em função de variáveis climáticas**. 2004. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Ciência animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; et al. 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**, Viçosa, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; FONTES, L. F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.1-12, 2006.

SANTOS, A. G. T.; VIEIRA, A. R. Alturas de pastejo recomendadas para as principais forrageiras considerando 95% de interceptação luminosa. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, Uberaba, v.2, 2011.

SANTOS, C. C. dos. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; et al. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.97-103, 1998.

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

SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagens**. Araçatuba: USP, 1997. Disponível em:
<http://www.foa.unesp.br/pesquisa/centros_e_nucleos/zootecnia/informacoes_tecnicas/forragicultura/Curso%20de%20manejo%20de%20pastagens.pdf>
Acesso em 13 de setembro de 2011.

SOFIATTI, V.; LIMA, R. de L. S. de; GOLDFARB, M.; BELTRÃO, N. E. de M. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.7, n.1, p.144-152, 2007.

SOUZA, F. H. D. As sementes de espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* no Brasil Central. In: PAULINO, V. T. **A *Brachiaria* no novo século**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2002.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção de solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

TREVISANUTO, C.; COSTA, C.; LUPATINI, G. C.; et al. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha*: Marandu, Xaraés e Piatã**. 2009. Disponível em: <prope.unesp.br/xxi_cic/27_37007655840/pdf>. Acessado dia 18 de junho de 2013.

VALLE, C. B.; MILLES, J. W. Melhoramento de gramíneas do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.1-24.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.4, p.975-982, 2010.

VOUNDINKANA, J. C.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Availability of nutrients in wood ash amended tropical acid soils. **Environmental Technology**, London, v.19, p.1213-1221, 1998.

ZIMMERMANN, S.; FREY, B. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, p.1-11, 2002.