UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ÉLLEN SOUZA DO ESPIRITO SANTO

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FITOMÉTRICAS DE CAPIM MARANDU EM RECUPERAÇÃO COM DOSES DE CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO

RONDONÓPOLIS - MT
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ÉLLEN SOUZA DO ESPIRITO SANTO

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FITOMÉTRICAS DE CAPIM MARANDU EM RECUPERAÇÃO COM DOSES DE CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Rondonópolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Edna Maria Bonfim-Silva

RONDONÓPOLIS - MT
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S729c Souza do Espirito Santo, Éllen.
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FITOMÉTRICAS DE CAPIM MARANDU EM RECUPERAÇÃO COM DOSES DE CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO / Éllen Souza do Espirito Santo. -- 2017
66 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, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Resíduo vegetal. 2. manejo do solo. 3. área em Degradação. 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
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FITOMÉTRICAS DE CAPIM MARANDU EM RECUPERAÇÃO COM DOSES DE CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO

AUTOR(A): ÉLLEN SOUZA DO ESPIRITO SANTO

_____

Orientadora: Doutora Edna Maria Bonfim-Silva.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

_____

Examinador externo: Doutor Thiago Duarte Franco.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

_____

Examinador externo: Doutor Helon Hébano de Freitas Sousa.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

_____

Examinador interno: Doutor Marcio Koetz.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

RONDONÓPOLIS - MT, 06 de Fevereiro de 2017.

A Deus e aos meus afilhados, Igor Wislley, Anna Karlla, Gabrielly e Jéssica

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de estudar. Agradeço também a minha Mãe Maria Santíssima que não cansa de interceder por mim junto a seu filho Jesus, inclusive nos momentos em que eu me afastei, por algum motivo.

Agradeço aos meus pais Renato do Espirito Santo e Maria da Conceição Souza do Espirito Santo, a quem eu amo tanto, pelo amor incondicional e apoio, sendo para mim exemplos de vida e caráter e direção para o caminho correto.

Obrigada ao meu namorado, Alexandre Pereira Franco, meu amor, meu companheiro de todos os momentos, por todo amor e carinho com que me trata, não me deixando sozinha, e sendo para mim amparo nos momentos de desespero, onde tudo parecia não ter mais solução você se tornou pra mim fortaleza e motivação, se hoje tudo se realizou, boa parte se deve a você, meu príncipe enviado por Deus.

Agradeço aos meus amigos pela compreensão e peço perdão pelos momentos em que estive afastada, pelo tempo corrido, em especial a Ana Paula Carnaíba e Frei Jefferson Danilo F. dos Santos, irmãos de coração que Deus me permitiu encontrar nessa vida. Obrigada também a minha sogra Natalina e minha cunhada Fernanda, por me aceitarem em sua família e me fazerem sentir tão bem acolhida. E ao meu grupo de oração Jovens Anunciadores do Reino Junto a Maria por me lembrarem de que o caminho de Deus é o mais acertado.

Obrigada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e a Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, por fornecer toda a estrutura e recursos humanos para minha formação.

Minha gratidão pelo conhecimento oferecido, pelos professores que fazem parte do programa de Pós-Graduação, que contribuíram direta e indiretamente para a construção da profissional a quem estou me tornando, em especial ao Profº. Drº. Tonny José Araújo da Silva, coordenador do programa de Mestrado em Engenharia Agrícola que com todo zelo é responsável pelo crescimento de todos aqueles que estão em formação.

Meus melhores agradecimentos a minha orientadora, Profª. Drª. Edna Maria Bonfim-Silva, que me acompanha desde a graduação e é para mim exemplo de seriedade, dedicação e paixão pela pesquisa e ensino, observando sua postura me

apaixonei pelo universo que envolve o conhecimento e me encontrei naquilo que faz meu coração palpitar de alegria.

Minha eterna gratidão aos integrantes do GPAS- Grupo de Práticas em Água e Solo, que contribuíram ativamente para a realização desse trabalho, não medindo esforços tanto físicos, quando intelectuais e emocionais, colocando-se de corpo e alma para que os melhores resultados fossem obtidos, acreditando e defendendo cada etapa do nosso experimento. Jean Carlos Costa Couto, Jullyane Saraiva, Paula Lima, Francielly Cavalcante, Denise Soares, Francielle Barbosa, Juliane Beltrão, Luana Menegath, Lys Fernanda Rodrigues, Manuel Fidelis, Ronaldo Oliveira, Tallys Bonfim da Silva, Willian Fenner, Rackel Souza Alves, Matheus Nogueira e os demais que agora fazem parte dessa família científica, muito obrigada.

Ao Helon H.F. Sousa e a Alessana F. Schlichting pelo apoio direto na condução do experimento. E aos meus companheiros de mestrado, Andressa San Miguel, Camila Menezes, Hamilton Weimar, Marcos Aurélio , Zieglenristen Calabria, Willian Crisostomo, Milly Cardinal, Pablo Franco e Vinicius Melo pelos bons momentos que passamos em sala de aula, nos experimentos e na salinha de permanência, obrigada pelas risadas, pelas dúvidas sanadas e pelo prazer da convivência.

Aos amigos que ganhei na graduação e tive a felicidade de estreitar ainda mais os laços durante a Pós-Graduação, Carina Sthefanie Lemes e Lima Bär e Adriano Bicioni Pacheco e aos amigos Thiago Castañon e Maria Débora Loyola Bezerra, pelos desafios que enfrentamos juntos e as muitas conquistas que se tornaram mais especiais ainda pela ajuda de vocês.

Ao Instituto Mato-grossense do Algodão (IMA), pelo apoio na condução do experimento. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por concessão de bolsa de estudo, me permitindo dedicação exclusiva a esse sonho e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do projeto de pesquisa.

São muitos aqueles a quem devo gratidão pela realização e conclusão dessa etapa da minha formação acadêmica.

A todos,

Muito obrigada!

“Há diversidade de dons, mas um só Espírito. Os ministérios são diversos, mas um só é o Senhor. Há também diversas operações, mas é o mesmo Deus que opera tudo em todos. A cada um é dada a manifestação do Espírito para proveito comum”.

I Cor 12,4-7

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 REVISÃO DE LITERATURA 10
2.1 CINZA VEGETAL 10
2.2 SISTEMAS DE PASTAGEM 12
2.3 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO 13
2.4 RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS 14
3 MATERIAL E MÉTODOS 16
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL 16
3.2 CONDIÇÕES CLÍMATICAS 17
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO 18
3.4 APLICAÇÃO DE CINZA VEGETAL E NITROGÊNIO 19
3.5 AVALIAÇÃO DO PASTO 22
3.6 INDICE DE CLOROFILA 23
3.7 ALTURA DE PLANTA 24
3.8 NÚMERO DE FOLHAS E PERFILHOS 24
3.9 PRODUÇÃO DE MASSA SECA 25
3.10 ACÚMULO DE MASSA 25
3.11 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 26
4.1 INDICE DE CLOROFILA 26
4.2 ALTURA DE PLANTA 28
4.3 NÚMERO DE FOLHAS 35
4.4 NÚMERO DE PERFILHOS 39
4.5 MASSA SECA DA PARTE AÉREA 41
4.6 MASSA SECA DE FOLHAS 47
4.7 MASSA SECA DE COLMOS+BAINHAS 49
4.8 ACÚMULO DE MASSA SECA 51
5 CONCLUSÕES 53
REFERÊNCIAS 54

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FITOMÉTRICAS DE CAPIM MARANDU EM RECUPERAÇÃO COM DOSES DE CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO

RESUMO: A recuperação de pastagem em degradação se faz necessária para evitar a abertura de novas áreas e aumentar a produtividade. O uso de cinza vegetal como fertilizante alternativo é uma maneira de reduzir os custos dos sistemas de recuperação além de destinar o resíduo sólido. Objetivou-se avaliar as características produtivas, fitométricas e índice de clorofila de capim Marandu em recuperação com doses de cinza vegetal e formas de aplicação do resíduo em pastagem cultivada em Neossolo Quartzarênico. O experimento foi conduzido a campo em área cultivada com capim Marandu, no Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMA). A condução do experimento ocorreu no período chuvoso por dois anos consecutivos (2015 e 2016). Aplicou-se seis doses de cinza vegetal (0, 3, 6, 9, 12 e 15 t ha^{-1}), com duas formas de aplicação, não incorporada e incorporada ao solo com grade leve. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em faixa. As unidades experimentais principais (8x30m) receberam as doses de cinza vegetal, enquanto que a forma de aplicação foi alocada nas subparcelas (8x15m). A adubação nitrogenada foi de 100 kg ha^{-1} utilizando como fonte a uréia, realizada nos dois anos. Realizou-se quatro cortes do material vegetal, com 30 dias de intervalo entre si, sendo o primeiro realizado após 30 dias da aplicação da cinza vegetal. Os cortes foram realizados utilizando um retângulo base nas dimensões de 1,00X0,25 m, com altura de 5 cm, lançado na área útil de cada subparcela. As variáveis analizadas foram: índice de clorofila, altura de plantas, número de folhas e perfilhos, massa seca da parte aérea, folhas e colmos+bainhas e acúmulo de massa seca nos dois anos de recupereção de pastagem. Os dados foram submetidos a analise de variância e quando significativos as doses de cinza vegetal foram submetidas analise de regressão e a forma de aplicação do resíduo a teste de Tukey, ambos até 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR. As características produtivas de pastagem em recuperação foram influenciadas positivamente pela adubação com cinza vegetal nas doses acima de 15 t ha^{-1} quando incorporada ao solo na produção de massa seca da parte aérea e para massa seca de folhas o manejo que sobressaiu-se foi o não incorporado. As características fitométricas obtiveram melhores resultados nas doses de cinza vegetal acima de 9,86 t ha^{-1} no manejo incorporado para a altura de plantas e não incorporado para número de perfilhos, as demais variáveis foram influenciadas nas doses de cinza vegetal até de 15 t ha^{-1}. As doses e as formas de aplicação de cinza vegetal influenciaram o desenvolvimento da gramínea forrageira nos dois anos de avaliações do experimento.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; manejo do solo; área de pastagem em degradação.

PRODUCTION AND PHYTOMETRIC CHARACTERISTICS OF MARANDU GRASS IN RECOVERY WITH DOSES OF WOOD ASH AND FORMS OF APPLICATION

ABSTRACT: The recovery pasture degradation is needed to prevent opening up new areas and increase productivity. The use of wood ash as an alternative fertilizer is a way to reduce the costs of recovery systems in addition to targeting the solid waste. The objective of this study was to evaluate the productive, phytometric and chlorophyll index of Marandu grass in recovery with doses of wood ash and forms of application of the residue in pasture grown in Typic Quartzipsamment. The experiment was conducted on field in an area cultivated with Marandu grass, at the Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMA). The experiment was conducted in the rainy season for two consecutive years (2015 and 2016). Six doses of wood ash (0, 3, 6, 9, 12 and 15 t ha^{-1}) were applied with two forms of application, not incorporated and incorporated into the soil with light offset disk harrow. The experimental design was a randomized complete block design, with four replications. The main experimental units (8x30m) received the doses of wood ash, while the application form was allocated to the subplots (8x15m). Nitrogen fertilization was 100 kg ha^{-1} using as urea source, carried out in two years. Four cuttings of the plant material were carried out, with 30 days intervals, the first one being carried out after 30 days of the application of the wood ash. The cuts were performed using a base rectangle in the dimensions of 1.00X0.25 m, with a height of 5 cm, cast in the useful area of each subplot. The variables analyzed were: chlorophyll index, plant height, number of leaves and tillers, shoot dry mass, leaves and stems + sheaths and dry mass accumulation in the two years of pasture recovery. The data were submitted to analysis of variance and when significant the doses of wood ash were submitted regression analysis and the form of application of the residue to Tukey test, both up to 5% of probability, through the statistical program SISVAR. The productive characteristics of pasture in recovery were positively influenced by the fertilization with wood ash at doses above 15 t ha^{-1} when incorporated into the soil in the production of dry mass of the aerial part and for dry mass of leaves the management that stood out was the not incorporated. The phytometric characteristics obtained better results in the doses of wood ash above 9.86 t ha^{-1} in the handling incorporated for the height of plants and not incorporated for number of tillers, the other variables were influenced in the doses of wood ash up to 15 t ha^{-1}. The doses and the forms of application of vegetal ash influenced the development of the forage grass in the two years of evaluations of the experiment.

Key works: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; soil management; grazing area in degradation.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial causa a necessidade de aumentar a produção de alimentos de modo sustentável. A grande extensão de terras com potencial agrícola garante ao Brasil possibilidade de suprir essa demanda crescente.

A produção de carne e leite no país está em sua maioria em sistema extensivo, desta forma um dos insumos mais importantes para a produção é o pasto. As espécies do gênero *Brachiaria* totalizam 85% das gramíneas forrageiras cultivadas, sendo que mais de 50% das pastagens cultivadas são de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BRAULIO, 2014). O Estado de Mato Grosso se destaca na produção de bovinos com sistema predominante extensivo e semi-extensivo, sendo notável sua participação neste aspecto para o país.

A pastagem com período longo de pastejo e sem a manutenção devida acaba não comportando uma produção satisfatória, reduzindo o ganho de peso animal. A não preocupação com o manejo adequado e a baixa fertilidade dos solos usados para produção de pastagem acarretam prejuízos para o pecuarista.

A correção dos níveis de fertilidade apresentam efeitos positivos na produção de pastagem, principalmente no Brasil, onde em sua maioria, os solos são caracterizados por possuírem limitações em sua fertilidade natural (SOARES FILHO, 2011).

Os Neossolos estão presentes em aproximadamente 15% da extensão territorial brasileira e caracterizam-se pela alta porcentagem de areia e a baixa fertilidade natural. Por serem solos que necessitam de maiores correções são comumente destinados a implantação dos sistemas de pastagem, e, se bem manejados são capazes de fornecer nutrientes e suporte adequado. Porém, esse manejo necessita de cuidados específicos de acordo com as características dessa classe de solos (EMBRAPA, 2013). O uso de resíduos de origem orgânica nessas áreas pode ser uma alternativa para as correções necessárias.

A crescente quantidade de resíduos gerados pelo uso da madeira em caldeiras como fonte de energia remete a uma necessidade de novas tecnologias que deem destino adequado aos mesmos, evitando danos de ordem ambiental,

acúmulo em locais inadequados e redução de volume. O uso da cinza vegetal na agricultura vem a ser uma alternativa interessante para destinação deste resíduo, pois, além dos benefícios ambientais, possui nutrientes úteis ao desenvolvimento das plantas, reduzindo assim o uso de fertilizantes minerais e despesas financeiras (BEZERRA et al., 2016).

As práticas de manejo interferem nas propriedades físico-hídricas do solo e podem influenciar na dinâmica dos nutrientes e na resposta da planta. Geralmente os pecuaristas adotam poucas práticas que visam melhorar essas propriedades do solo e optam por práticas pouco conservacionistas, conferindo assim uma maior probabilidade da pastagem adquirir algum estágio de degradação (MARTHA JUNIOR & VILELA, 2002).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o potencial da cinza vegetal como fertilizante associado à formas de aplicação, incorporado e não incorporado, na recuperação de pastagem de capim Marandu em Neossolo do Cerrado Mato-grossense, por meio da determinação do índice de clorofila e das características fitométricas e produtivas da planta, em dois anos consecutivos de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CINZA VEGETAL

A cinza vegetal é um resíduo sólido proveniente da queima da madeira e outros materiais de origem vegetal 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 do solo e das necessidades da cultura (VOUNDINKANA et al., 1998).

Após a combustão, o material vegetal sofre redução de volume e peso, associado às perdas na forma gasosa de componentes como enxofre, nitrogênio água e carbono. Sendo então definido como material restante que não sofre volatilização devido a alta temperatura que é submetida, composto de inúmeros minerais que não se perderam no processo (VOUNDINKANA et al., 1998).

De acordo com o material vegetal utilizado na queima, bem como temperatura e condições de combustão a cinza vegetal pode conter teores variáveis de nutrientes em sua composição, principalmente, potássio, fosforo e cálcio, pois esses elementos são constituintes vegetais que variam de acordo com a espécie (SANTOS, 2012).

A alta concentração de óxidos, hidróxidos e carbonatos de Ca e Mg, presentes na cinza vegetal, proporciona um efeito corretivo quando o resíduo é utilizado na agricultura, pois, permite uma redução na acidez do solo e neutralização de H^+, Al e aumento de pH. O aumento da fertilidade do solo é resultante da disponibilização de Ca, Mg e K presentes na cinza e sua forma de absorção (DAROLT et al., 1993)

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., 2011). Resultados de pesquisa têm demonstrado que a adição de cinzas, de resíduos vegetais e de estercos de animais podem propiciar a redução do alumínio tóxico e melhoria significativa de algumas propriedades químicas como pH, potássio e magnésio favorecendo o crescimento das culturas (FERREIRA et al., 2012).

Estudos realizados com a cinza vegetal indicam bons resultados na sua utilização na agricultura como corretivo e fertilizante dos solos (SANTOS et al., 2014). De acordo com Osaki & Darolt (1991) as cinzas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) são ricas em fósforo e cálcio. Santos et al. (2014) reiteram que a cinza vegetal apresenta potencial significativo para ser utilizada como corretivo do solo em solos ácidos do Cerrado.

Osaki & Darolt (1991) salientaram a importância e o beneficio da utilização de cinza vegetal como fertilizante e corretivo para a agricultura, desde que conhecidos as características e composição da cinza utilizada, já que se trata de um resíduo mineralizado variável e assim como outros fertilizantes, em quantidades inadequadas pode se tornar inapropriado.

A aplicação de cinza vegetal em solos 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 et al., 2014) e consequentemente os custos da produção, e contribuindo com a redução da acidificação. Diante disso, o seu aproveitamento na agricultura melhoraria a produtividade das culturas e minimizaria o efeito poluente diante da elevada quantidade de cinzas produzida (OSAKI & DAROLT, 1991).

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 nutricional ou toxidez pelo excesso de alguns nutrientes como cálcio e magnésio que competem significativamente com outros pelos sítios ativos de absorção. O desbalanceamento provocado por doses inadequa de cinza pode vir a ser prejudicial às culturas (RAPOSO, 1963).

Darolt et al. (1993), estudaram a aplicação de cinza vegetal com diferentes doses em solo argiloso na influencia da produção de alface, observaram que houve um aumento expressivo no peso médio das cabeças de alface, número de folhas médio por cabeça de alface e melhorias na qualidade química do solo, concluindo que a aplicação de cinza vegetal se torna viável para o aumento da produção e qualidade das folhas de alface.

Bonfim-silva et al. (2013) e Bonfim-silva et al. (2015) mostraram a influência positiva da cinza vegetal quanto às características estruturais e produtivas do capim Marandu, em Latossolo Vermelho. Contudo ainda não se têm informações da influência desse resíduo na produção de gramíneas forrageiras em outras classes de solos, como Neossolo Quartzarênico.

Bezerra et al. (2016) estudaram os efeitos da adubação com cinza vegetal em Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho Amarelo no cultivo de capim Marandu e observaram que o resíduo tem ação benéfica no desenvolvimento das características estruturais da gramínea forrageira. 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. Reiterando que a flexibilidade da utilização da cinza vegetal como fonte de nutrientes para as culturas depende da fertilidade do solo e do requerimento nutricional das culturas.

2.2 SISTEMAS DE PASTAGEM

Até aproximadamente a década de 50 as pastagens nativas ou naturalizadas, que são as que utilizam espécies inerentes à vegetação nativa, representavam a maior porção das pastagens utilizadas para a produção vegetal, todavia em 1960, esse cenário começou a mudar e a adoção de pastagens cultivadas com espécies exóticas passou a representar a grande parte dessa extensão cultivada (MARTHA JUNIOR & VILELA, 2002).

A adequação da espécie vegetal com as características da propriedade, permitiram um ganho expressivo na produção animal, se comparado com as pastagens nativas. No entanto, observa-se que na região de Cerrado ainda se tem a limitação dos baixos índices de tecnologia e não adoção de práticas corretas de manejo e planejamento do uso de pastagens, o que acarreta na degradação do sistema produtivo, reduzindo assim o rendimento da área, diminuição da taxa de lotação animal, perdas da qualidade do solo, entre outras (MILNE & FISCHER, 1993).

Os capins do gênero *Brachiaria* são provenientes do leste do continente Africano (NABINGER, 1997), e estão presentes em grandes áreas para a produção

de pastagem. Foram trazidos ao Brasil, a princípio para a região de São Paulo em meados de 1967 e então distribuídos as demais regiões do país (EMBRAPA, 1999), por ter grande capacidade de adaptação as mais diversas condições ambientais e ser considerada de alta produtividade e resistência a cigarrinha das pastagens (CRUZ, 2010).

A *Brachiaria brizantha* possui média exigência em fertilidade do solo e pode atingir de 1,0 a 1,2 m de altura, sendo considerada como cultura perene (SOARES FILHO, 2010). Essa gramínea forrageira pode produzir valores de massa seca de 10 a 18 t ha^{-1} e a altura de entrada de animais é de 25 a 30 cm e a altura de saída de animais de 18 cm, para possibilitar a recuperação da cultura (SOUZA NETO, 2004).

O capim Marandu mostra resultados satisfatórios quando cultivado em solos do Cerrado (EMBRAPA, 1984), pois, possui capacidade de tolerância a solos com níveis elevados de acidez e alumínio tóxico, respondendo positivamente ao manejo e adubação, apresentando boa resistência a pragas de pastagem, e oferecendo boas condições de rebrota (EMBRAPA, 1999). O controle adequado dos fatores de cultivo justificam a necessidade de adubação e correção das características do solo, permitindo que o capim Marandu possa atingir sua máxima produção e assim otimizar os custos (SOARES FILHO, 2010).

2.3 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Os Neossolos são considerados pouco evoluídos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos, por não possuírem o horizonte “B” diagnóstico, indicando em seu prefixo “neo” que são solos jovens, com baixa profundidade e pouca fertilidade natural (EMBRAPA, 1984).

Os Neossolos Quartzarênicos representam por volta de 15% da extensão territorial dos Cerrados brasileiros, sendo pouco intemperizados e com baixo teor de nutrientes, elevada acidez e predominância de argilas de baixa atividade. Esses solos se originam de depósitos arenosos e apresentam textura de areia ou areia franca até 2 m de profundidade, com teor de argila inferior a 15% (REATTO et al., 1998).

Esses solos apresentam baixos teores de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions, diminuindo de acordo com o aumento da profundidade, sendo o quartzo principal constituinte, a baixa capacidade de absorção de nutrientes está relacionada a que os neossolos não tem em sua constituição outros minerais alteráveis (OLIVEIRA, 2008).

Embora sejam considerados como de baixa aptidão agrícola, devido as limitações de fertilidade e características físicas, a necessidade por novas áreas para o cultivo agrícola resultou na incorporação desses solos para o sistema pastagem e no processo de produção de grãos, o que pode acarretar na sua rápida degradação (EMBRAPA, 1999), porém o manejo correto, da adubação e a adequada escolha de técnicas conservacionistas podem elevar o seu potencial produtivo em curto prazo (SPERA et al., 1999).

Frazão et al (2008), em seu estudo com Neossolo Quartzarênico e sistemas de manejo de pastagens, apontam que os sistemas adotados tem efeitos positivos ou negativos nas características químicas do solo, sendo assim, um importante fator a ser considerado quando se pretende a recuperação do sistema produtivo.

2.4 RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS

A degradação de pastagens é um problema grave e gera prejuízos tanto econômicos, sociais e principalmente ambientais, onde se aumenta a necessidade da abertura de novas áreas. A recuperação dessas áreas vem a reduzir a necessidade da expansão do território agropecuário, aumentando a produtividade pecuária (DIAS-FILHO, 2011).

A caracterização de uma pastagem degradada leva em consideração diversos fatores que se relacionam no diagnóstico de determinada área. Esses fatores particulares são relativos a região ou nível de tecnologia adotada na propriedade e a produtividade esperada para cada situação (DIAS-FILHO, 2006).

Segundo Blaser et al. (1886), a degradação de uma pastagem está relacionada a composição botânica, sendo analisada a quantidade de plantas existente em determinada área e a proporção do aumento de plantas invasoras e a dimuição da densidade populacional do capim. O mesmo autor salienta que é

necessário a analise das condições do solo, pois as características físico-químicas são alteradas quando mantidas condições inadequadas de manejo da pastagem em degradação.

Os principais fatores que intensificam a degradação dos sistemas de pastagem são, o manejo inaquado, a super lotação animal, a ausência de adubação ou a sua prática incorreta, a presença de vegetação indesejada, o ataque de pragas, dentre outros (ANDRADE et al., 2004).

Oliveira & Corsi (2005) apontam que há diversas formas eficientes para aumentar a produtividade de uma área de pastagem e recuperar suas características produtivas, dentre elas citaram, as práticas de mecanização, correção e adubação do solo, adoção de cultivares de forrageiras adequadas às condições edafoclimáticas, o uso de variadas espécies vegetais para o aumento da biodiversidade, a adoção de sistemas agrosilvipastoris e o uso de resíduos com a finalidade de correção e adubação do solo.

Conceituando-se, pastagem degradada seria definida como área com acentuada diminuição da produtividade agrícola, esperada para a propriedade, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter a produtividade do ponto de vista biológico (DIAS-FILHO, 2006).

Frazão et al (2008) expuseram que grande parte dos produtores ainda usam da prática da queima da pastagem, visando renovação e rebrota e controle de plantas invasoras, porém esse recurso diminui os níveis de nitrogênio presentes no solo, além de reduzir a população microbiana e deixar o solo exposto a intempéries.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido a campo, em área pertencente ao Centro de Pesquisa do Instituto Mato-grossense do Algodão (IMA). A fazenda do IMA possui uma área total de 242 ha, altitude média de 314 m, e coordenadas geográficas 16º 33’ S e 54º 37’ O (Figura 1).

Figura 1: Vista geral do experimento de recuperação de pastagem de capim Marandu com cinza vegetal e formas de aplicação, na fazenda experimental do IMA, Rondonópolis-MT, 2016. Fonte: Google Maps, 2016.

A área experimental do presente estudo tem um total de 8.400m² e se caracteriza por pertencer a um sistema de pastagem já estabelecido, cultivado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em estágio de degradação com perda da produtividade e qualidade do capim e a presença de plantas invasoras (Figura 2). O solo da região foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013) .

O experimento foi realizado em dois anos consecutivos (2015 e 2016) nos períodos de dezembro a junho.

Figura 2: Vista parcial do experimento de recuperação de pastagem de capim Marandu com cinza vegetal e formas de aplicação.

3.2 CONDIÇÕES CLÍMATICAS

O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é o tropical sazonal (Aw), com presença de invernos secos e verões chuvosos. Apresentando índice pluviométrico médio de 1500 mm e temperatura média de 24,8 ºC anuais.

Os dados meteorológicos (precipitação acumulada e temperatura do ar) da área experimental foram obtidos em Estação Meteorológica automática instalada no Instituto Mato-grossense do Algodão (IMA), os quais os valores foram de precipitação acumulada, durante o período de condução do experimento no período de dezembro de 2014 a junho de 2015 e dezembro de 2015 a junho de 2016 (Figura 3).

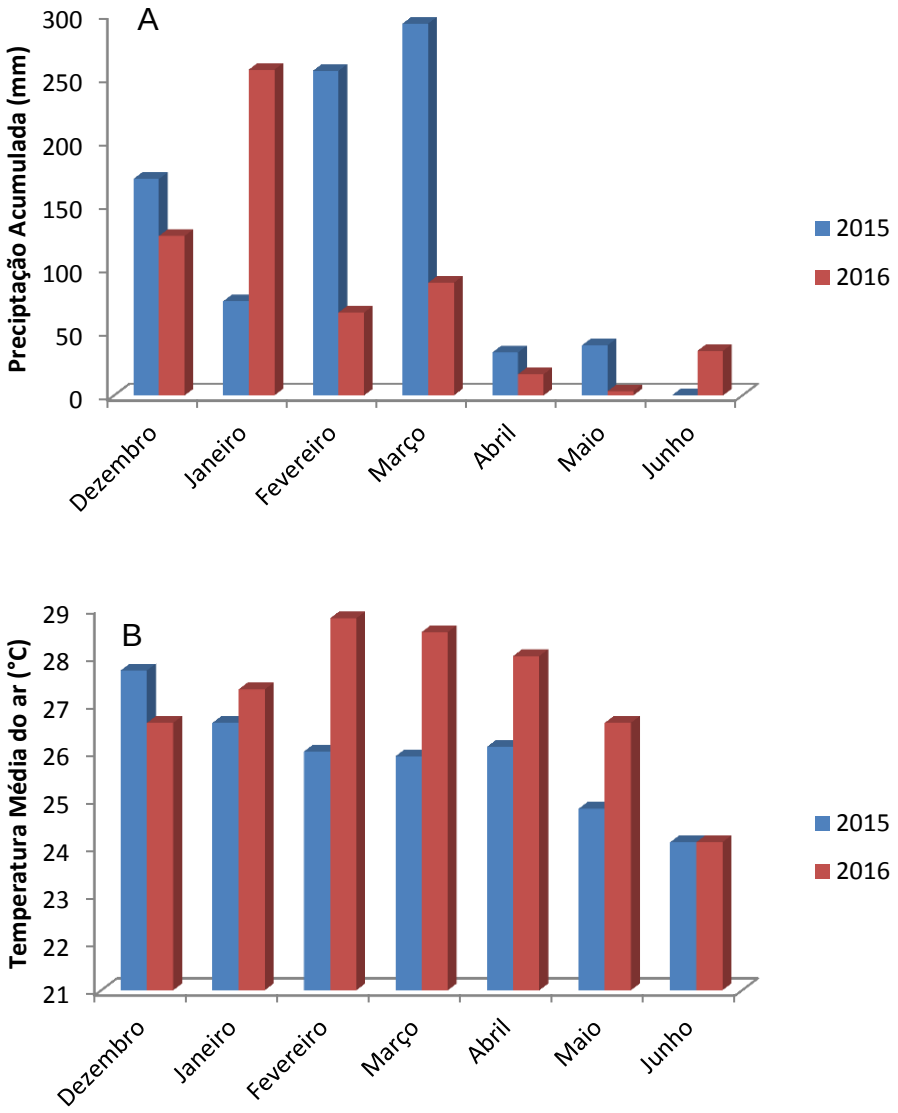


Figura 3: Preciptação acumulada a cada cinco dias (mm) (A) e Temperatura Média do ar (°C) (B) nos meses de dezembro de 2014 a junho de 2015 e dezembro de 2015 a junho de 2016.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em fatorial 6 x 2 em esquema de faixas, correspondentes a seis doses de cinza vegetal (0, 3, 6,

9, 12 e 15 t ha^{-1}) e duas formas de aplicação da cinza vegetal (incorporada e não incorporada ao solo com grade leve).

A área total do experimento foi de 8.400 m², sendo divididas em quatro blocos experimentais com área total de 1.440 m². As parcelas principais tinham as dimensões de 8x30 m com área de 240 m² e as subparcelas com dimensões de 8x15 m e área de 120 m².

A cinza vegetal foi aplicada na superfície da parcela e espalhada manualmente e logo após incorporou-se a cinza vegetal com grade aradora leve a profundidade de 0,20m nas subparcelas que receberam esse tratamento.

As analises químicas e granulométricas do solo foram realizadas conforme EMBRAPA (1997), com amostras coletadas antes da implantação do experimento (Tabela 1).

Tabela 1: Composição química e granulométrica de Neossolo Quartzarênico coletado na implantação do experimento em área de recuperação de pastagem.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	SB	M.O	V	Areia	Silte	Argila
$CaCl_2$	mg dm^{-3}				$cmol_c$ dm^{-3}				g dm^{-3}	%		g kg^{-1}	
4,1	1,1	12	0,2	0,2	0,8	3,0	4,2	0,4	12,3	10,4	773	49	178

As parcelas experimentais principais (8 x 30 m) receberam as doses de cinza vegetal, enquanto as subparcelas (8 x 15 m) comportaram as formas de aplicação, em quatro repetições, perfazendo o total de 24 parcelas e 48 subparcelas na área experimental.

3.4 APLICAÇÃO DE CINZA VEGETAL E NITROGÊNIO

Realizou-se o corte das plantas para homogeneização das parcelas experimentais a altura de 15 centímetros, com auxílio de roçadora mecanizada. O material vegetal foi então retirado de modo manual das parcelas pelo processo de rastelamento manual (Figura 4).

Figura 4: Processo de rastelamento e homogeneização das parcelas experimentais do experimento de recuperação de pastagem de capim Marandu com uso de cinza vegetal e formas de aplicação.

A cinza vegetal utilizada no experimento, no primeiro ano de condução foi proveniente de indústria de alimento tendo como constituinte principal madeira de eucalipto e outros resíduos de madeira, e de indústria cerâmica, no segundo ano de condução, a qual era constituída de casca de arroz, braquiária e outros resíduos diversos. As duas cinzas vegetais foram analisadas como fertilizante obtendo valores nutricionais distintos de acordo com o material constituinte (Tabela 2).

Tabela 2: Composição química da cinza vegetal, utilizada como adubação no experimento de recuperação de pastagem de capim Marandu com cinza vegetal e formas de aplicação, nos anos de 2015 e 2016.

	N	**P_2O_5**	**K_2O**	**Zn**	**Cu**	**Mn**	**B**	**Ca**	**S**	**PN**
					(g Kg^{-1})					(%)
2015	2,80	29,80	33.20	0,11	0,11	0,70	0,15	31,50	1,50	20,30
2016	3,60	3,00	4,00	0,01	0,006	0,318	0,006	1,70	0,40	7,80

Após o corte das plantas para homogeneização das parcelas, os tratamentos com cinza vegetal foram aplicados nas parcelas principais também de forma manual,

onde se calibrou o peso conforme o volume e densidade da cinza vegetal, procurando fazer com que a aplicação fosse o mais uniforme possível em toda a extensão, procedendo-se da mesma forma nos dois anos de condução (Figura 5).

Após a aplicação da cinza vegetal, realizou-se a incorporação nas subparcelas designadas ao tratamento, com grade aradora até 20 cm de profundidade (Figura 6).

Figura 5: Aplicação dos tratamentos com cinza vegetal nas parcelas experimentais do experimento de recuperação de pastagem de capim Marandu com cinza vegetal e formas de aplicação.

Figura 6: Subparcela experimental de pastagem de capim Marandu após o gradeamento e incorporação da cinza vegetal a 20 cm de profundidade.

Foi realizada adubação nitrogenada de 100 kg ha^{-1} em todas as subparcelas experimentais, utilizando ureia como fonte de nitrogênio, por ocasião da implantação do experimento e após cada corte das plantas. A necessidade de aplicação de nitrogênio ocorre devido a cinza vegetal apresentar baixo teor desse nutriente que se perde por combustão no processo de queima do material vegetal nas caldeiras (SANTOS, et al., 2014).

3.5 AVALIAÇÃO DO PASTO

Realizaram-se quatro cortes de plantas, a cada ano de condução em intervalos de aproximadamente 30 dias entre si, sendo que o primeiro corte das plantas, em ambos os anos de avaliação, foi realizado após os 30 dias de aplicação da cinza vegetal. Foram realizadas amostragens em cada subparcela a altura de cinco centímetros, utilizando retângulo confeccionado em barra de ferro com as dimensões de 1,00 m x 0,25 m (0,25 m^2) (Figura 7).

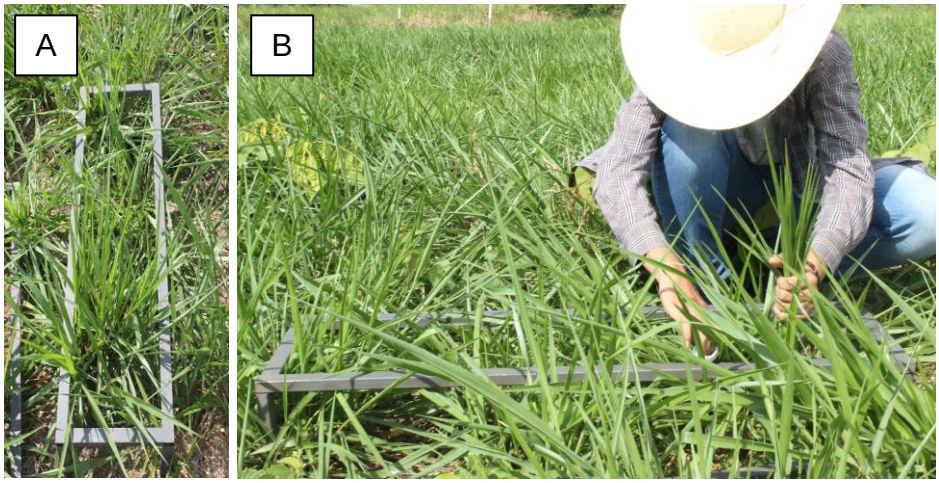


Figura 7: Vista superior do retângulo base de amostragem (A) e corte das plantas do material vegetal (B) de pastagem de capim Marandu em recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação.

Na área delimitada na pastagem pelo retângulo amostrado foram realizadas as avaliações e amostragens de planta. O retângulo amostrado foi lançado na área útil de cada subparcela de modo aleatório. A área útil de cada subparcela desprezava 1 m de cada extremidade, sendo considerado útil 78 m². O material coletado foi considerado para as avaliações da produção e determinações estruturais do capim submetido a doses de cinza vegetal e formas de aplicação.

3.6 INDICE DE CLOROFILA

O índice de clorofila foi realizado, com emprego do clorofilômetro SPAD-502, em dez leituras nas folhas diagnósticas (+1 e +2), por serem as folhas que determinam os valores médios de índice de clorofila de gramíneas, de plantas localizadas na área útil de cada subparcela, por ocasião de cada avaliação (Figura 8).

Figura 8: Determinação do índice de clorofila nas folhas diagnósticas de pastagem de capim Marandu em recuperação com utilização de cinza vegetal e formas de aplicação.

3.7 ALTURA DE PLANTA

As avaliações de altura de planta deram-se pelo método, no qual era lançada três vezes uma folha de papel na área útil de cada subparcela e assim aferida a medida a contar do solo até a altura média da folha de papel (Figura 9).

Figura 9: Determinação da altura de planta, pelo método do dossel, com auxílio de régua graduada, em experimento de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação.

3.8 NÚMERO DE FOLHAS E PERFILHOS

Realizou-se contagem manual do número total de folhas e perfilhos coletados em área delimitada pelo retângulo, os dados foram convertidos para as unidades, folhas m^{-2} e perfilhos m^{-2}.

3.9 PRODUÇÃO DE MASSA SECA

Após o corte das plantas, o material vegetal foi separado em folhas e colmos+bainhas e submetidos ao processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65° C até que obtivesse massa constante. Após a secagem pesou-se o material em balança semi-analítica e os dados foram convertidos para a unidade kg ha^{-1}.

3.10 ACÚMULO DE MASSA

Após as quatro avaliações de cada ano de recuperação de pastagem de capim Marandu, a soma da produção de massa seca da parte aérea foi contabilizada para a determinação do acúmulo de massa proporcionado pela adubação com cinza vegetal e formas de aplicação no decorrer do período chuvoso dos anos de avaliação (2015 e 2016). Desse modo apresentou-se a variável pela soma das produções de massa seca total dos quatro cortes das plantas em cada ano para o material vegetal, os resultados foram convertidos para a unidade kg ha^{-1}.

3.11 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram submetidos a analise de variância pelo teste de F e quando significativos o fator formas de aplicação foi analisado pelo teste Tukey e as doses de cinza vegetal submetida à análise de regressão, ambos ao nível de até 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INDICE DE CLOROFILA

No primeiro ano de recuperação de pastagem (2015), a variável índice de clorofila não apresentou diferença significativa entre os tratamentos na primeira e quarta avaliações, apresentando médias de 38,62 e 41,17, respectivamente.

Na segunda avaliação, do ano de 2015, observou-se efeito isolado das doses de cinza vegetal para o índice de clorofila, ajustando-se ao modelo linear de regressão, obtendo-se incremento de 12%, comparando-se a maior dose do intervalo experimental em relação ao tratamento que não recebeu aplicação de cinza vegetal (Figura 10).

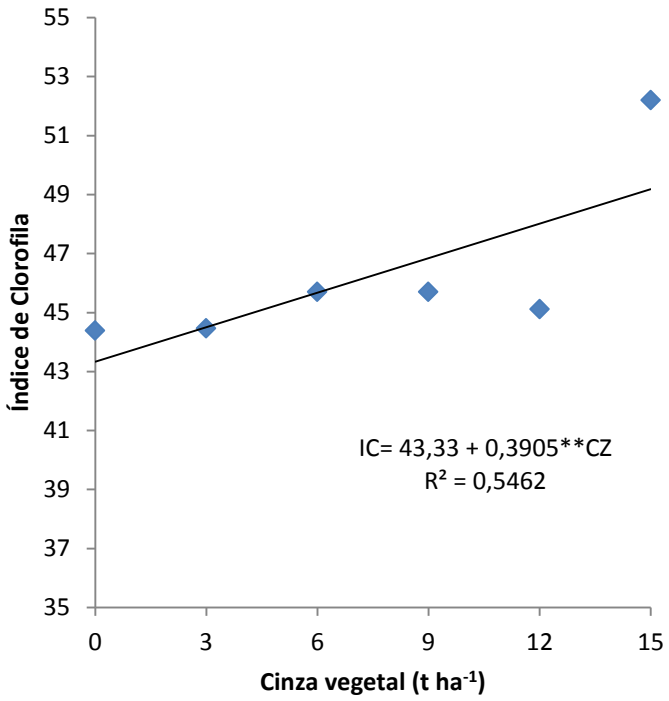


Figura 10: Índice de clorofila (IC) na segunda avaliação (ano de 2015), primeiro ano de recuperação de pastagem de capim Marandu com cinza vegetal. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **significativo a 1% de probabilidade.

Apenas a forma de aplicação apresentou efeito sobre os valores do índice de clorofila na terceira avaliação do ano de 2015 do experimento, obtendo o valor de 42,86 para as formas de aplicação não incoroporado e de 47,12 para as subparcelas que receberam a incorporação da cinza vegetal.

O índice de clorofila no segundo ano não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em nenhuma das avaliações realizadas, mantendo-se em 42,5; 60,8; 40,0 e 30,5, na primeira, segunda, terceira e quarta avaliações, respectivamente. Bonfim-Silva et al. (2014), verificaram benefícios a nutrição de plantas de forrageiras quando adubadas com cinza vegetal, em Latossolo Vermelho.

Os valores de SPAD esperados para o capim Marandu em bom estado de nutrição são acima de 30 unidades. Observa-se que no presente estudo todas as doses de cinza vegetal atingiram os níveis adequados para o capim Marandu, sinalizando bom estado nutricional das plantas, quanto aos valores de concentração de nitrogênio que estão relacionados ao índice de clorofila, outro fator que influencia nos valores de índice de clorofila é a disponibilidade de matéria orgânica do solo, sendo esta influenciada pelas características pedogenéticas e pelas condições do capim em cada dose estudada (ABREU & MONTEIRO, 1999).

Da mesma forma Lavres Júnior & Monteiro (2006), estudando o capim Marandu em solução nutritiva e em diferentes idades de crescimento observou resposta quadrática do índice SPAD (54,03) aos 35 dias de crescimento, na dose de 267 mg L^{-1} de nitrogenio. Ambos divergindo do presente estudo, que apresentou resposta linear do índice de clorofila no primeiro ano de recuperação e não apresentando diferenças no segundo ano para nenhuma das avaliações realizadas.

Santos et al. (2014) verificaram nos três cortes das plantas de capim Marandu adubados com cinza vegetal em Latossolo Vermelho gerou ajuste ao modelo quadrático de regressão, para as avaliações do índice de clorofila pelo método SPAD. Demonstrando em seu estudo com doses de cinza vegetal na adubação de capim Marandu cultivadas em Latossolo e Argissolo do Cerrado Bezerra et al. (2014) salientam os beneficios a nutrição da gramínea forrageira quando adotada a adubação com cinza vegetal o que pode se tornar uma alternativa interessante como adubo.

Costa & Queiroz (2013) apontam em seus estudos a importância de métodos indiretos e instantâneos de determinação do estado nutricional de culturas

como a pastagem a campo, já que a tomada de decisões depende também de fatores como o tempo de resposta.

4.2 ALTURA DE PLANTA

No primeiro ano de recuperação da pastagem de capim Marandu, a altura de planta no primeiro e segundo cortes das plantas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos aplicados, doses de cinza vegetal e formas de aplicação, obtendo 31,68 e 55,03 cm de altura, respectivamente.

A variável altura de planta apresentou interação entre os fatores doses de cinza vegetal e formas de aplicação, no terceiro corte das plantas de capim Marandu. Pode-se observar que as parcelas que receberam a adubação de cinza vegetal incorporada ao solo apresentaram as maiores médias de altura em relação ao manejo não incorporado em todas as doses. A maior média de altura (55,24 cm) foi observada na última dose do intervalo experimental (15 t ha^{-1}) de cinza vegetal com as formas de aplicação incorporada ao solo (Tabela 3).

Tabela 3: Altura de plantas de capim Marandu submetidas ao tratamento com doses de cinza vegetal e formas de aplicação, na terceira avaliação, no primeiro ano (2015) de recuperação de pastagens, Rondonópolis, MT.

Altura de Plantas (cm)						
	Cinza vegetal (t ha^{-1})					
Formas de aplicação	0	3	6	9	12	15
Não incorporada	30,75 b	33,59 b	36,166 b	35,01 b	35,39 b	34,91 b
Incorporada	39,69 a	44,05 a	45,75 a	49,28 a	46,77 a	55,24 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Quando analisada a altura de plantas nas formas de aplicação incorporada, observou-se um ajuste ao modelo linear de regressão, atingindo a altura de 53,18 cm na maior dose de cinza vegetal do intervalo experimental. As formas de aplicação não incorporado ajustou-se ao modelo quadrático de regressão atingindo alturas menores que a forma incorporada, com maior altura encontrada na dose 9,86 t ha^{-1} de cinza vegetal e altura de 35,90 cm (Figura 11).

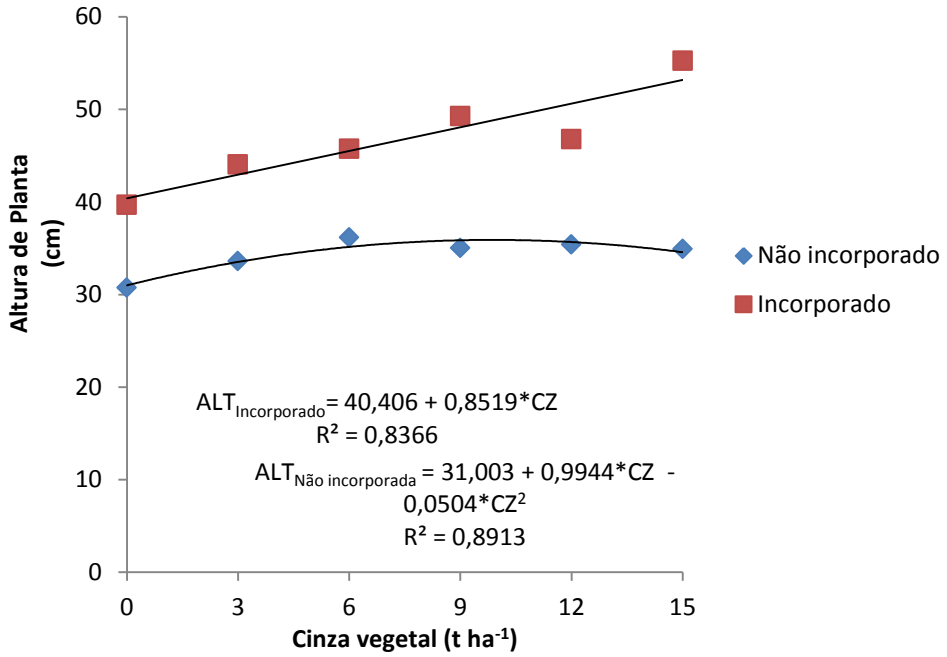


Figura 11: Altura de plantas (ALT) de capim Marandu no terceiro corte das plantas do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, * significativo a 5%de probabilidade.

A variável altura de planta no primeiro ano de recuperação da pastagem de capim Marandu apresentou interação entre os tratamentos doses de cinza vegetal e formas de aplicação na quarta avaliação, diferindo entre si nas doses de cinza vegetal de 9 e 12 t ha^{-1} quando incorporada ao solo, obtendo altura de 38,78 e 37,6 cm, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4: Altura de plantas de capim Marandu submetidas ao tratamento com doses de cinza vegetal e formas de aplicação, na quarta avaliação, no primeiro ano de recuperação de pastagens, Rondonópolis, MT (2015).

Altura de Plantas (cm)						
	Cinza vegetal (t ha^{-1})					
Formas de aplicação	0	3	6	9	12	15
Não Incorporado	37,3 a	38 a	38,15 a	38,78 b	37,6 b	41,52 a
Incorporado	36,44 a	40,51 a	40,07 a	42,85 a	44,02 a	42,06 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Para o quarto corte no primeiro ano de avaliações, houve intereção entre os fatores estudados, onde se deu ajuste ao modelo quadrático de regressão para a forma de aplicação de cinza vegetal incorporada ao solo, apresentando altura máxima de 43,06 cm na dose de cinza vegetal de 11,7 t ha^{-1}. A forma de aplicação não incorporada foi ajustada ao modelo linear de regressão, observando a altura de 40,02 cm na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}, significando um incremento de 7,31% em relação ao tratamento que não recebeu aplicação de cinza vegetal (Figura 12).

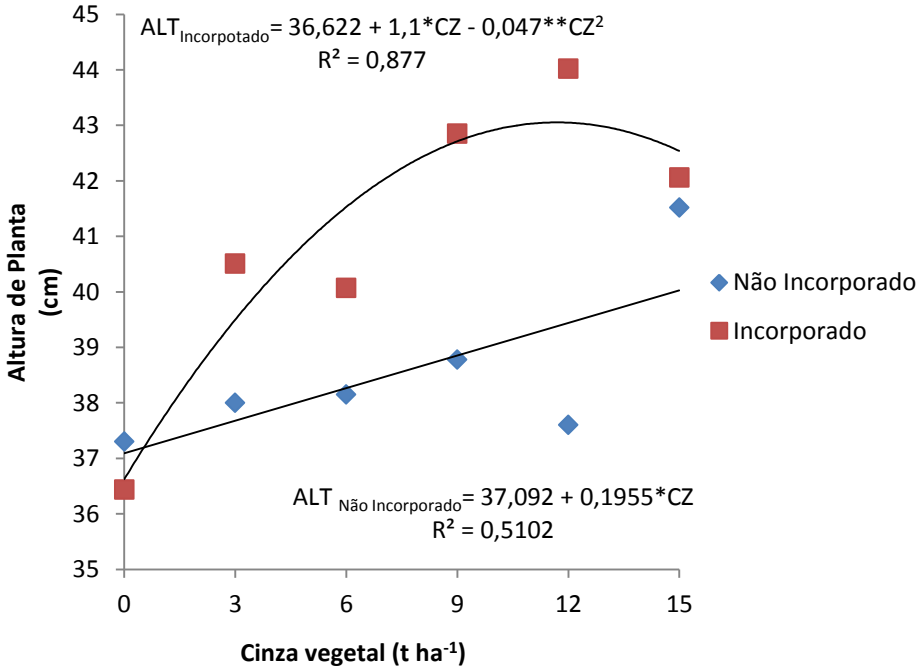


Figura 12: Altura de plantas (ALT) de capim Marandu no quarto corte das plantas do primeiro ano (2015) de condução de avaliação da pastagem em recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5%de probabilidade, respectivamente.

A variável altura de planta no segundo ano de recuperação da pastagem (2016) apresentou respostas distintas a cada corte das plantas. No primeiro corte das plantas houve diferença significativa apenas para o fator doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo linear de regressão, sendo que a maior altura obtida foi de

36,37 cm na maior dose do intervalo experimental (15 t ha^{-1}), apresentando um incremento de 47,24% quando comparada ao tratamento que não recebeu adubação com cinza vegetal (Figura 13).

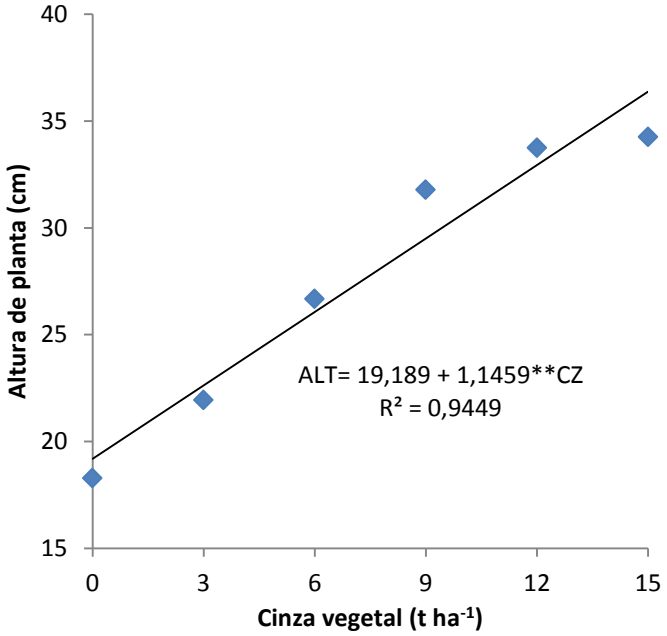


Figura 13: Altura de plantas (ALT) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, ** significativo a 1% de probabilidade.

Para a segunda avaliação do ano de 2016 ocorreu interação entre os fatores estudados, onde as formas de aplicação incorporado não diferiu estatisticamente da forma não incorporada na dose de cinza vegetal de 9 t ha^{-1} e na ausência de adubação. O maior valor de altura de planta ocorreu na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1} que foi incorporada ao solo (20,75 cm) (Tabela 5).

Tabela 5: Altura de plantas de capim Marandu submetidas ao tratamento com doses de cinza vegetal e formas de aplicação, na segunda avaliação no segundo ano de recuperação de pastagem em degração com cinza vegetal em Rondonópolis, MT.

Altura de Plantas (cm)						
	Cinza vegetal (t ha^{-1})					
Formas de aplicação	0	3	6	9	12	15
Não Incorporado	14,16 a	14,96 b	15,25 b	16 a	16,67 b	17,25 b
Incorporado	13,29 a	18,67 a	19,08 a	17,96 a	20,17 a	20,75 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

O ajuste ao modelo de regressão, dentro das doses de cinza vegetal, foi linear para as formas de aplicação de cinza vegetal não incorporada ao solo e quadrática para as formas de aplicação incorporada, obtendo valores máximos de altura de 17,23 cm (na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}) e 20,32 cm (na dose de cinza vegetal de 13,32 t ha^{-1}), respectivamente (Figura 14).

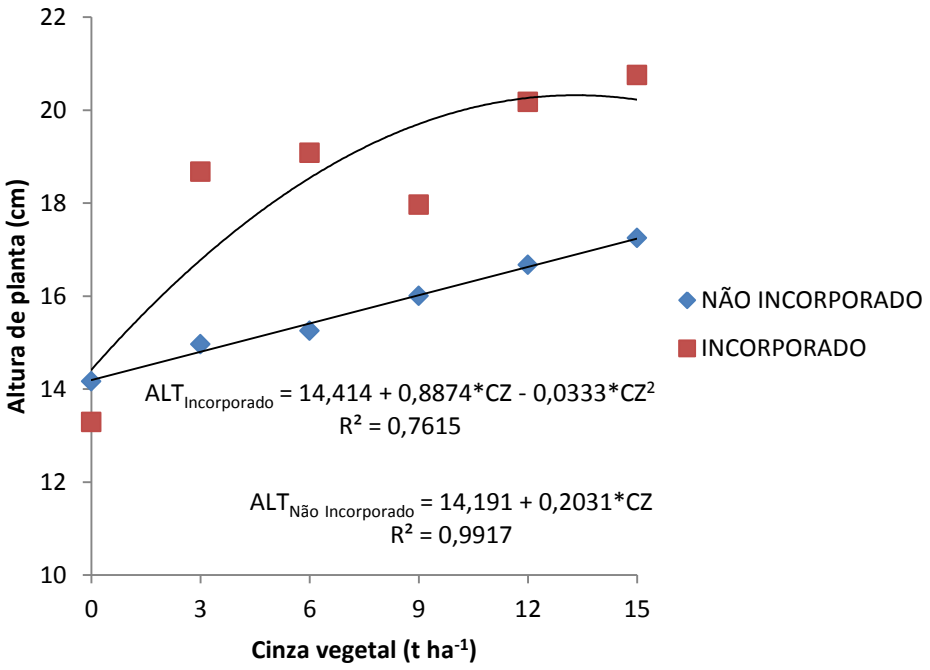


Figura 14: Altura de plantas (ALT) de capim Marandu no segundo corte das plantas do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, *=significativo a 5%de probabilidade.

O terceiro corte das plantas do segundo ano (2016) de recuperação da gramínea forrageira também apresentou interação entre os tratamentos formas de aplicação e doses de cinza vegetal, destacando-se a forma de aplicação incorporada ao solo com as maiores médias de altura de planta em todas as doses de cinza vegetal estudadas. O maior valor de altura de planta, de 55,24 cm, foi obtido na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1} que foi incorporada ao solo (Tabela 6). As duas formas

de aplicação da cinza vegetal ajustaram-se ao modelo linear de regressão (Figura 15).

Tabela 6: Altura de plantas de capim Marandu submetidas ao tratamento com doses de cinza vegetal e formas de aplicação, na terceira avaliação no segundo ano (2016) de recuperação de pastagem em degradação em Rondonópolis, MT.

Altura de Plantas (cm)						
	Cinza vegetal (t ha^{-1})					
Formas de aplicação	0	3	6	9	12	15
Não Incorporado	30,75 b	33,59 b	36,17 b	35,01 b	35,39 b	34,91 b
Incorporado	39,69 a	44,05 a	45,74 a	49,28 a	46,77 a	55,24 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

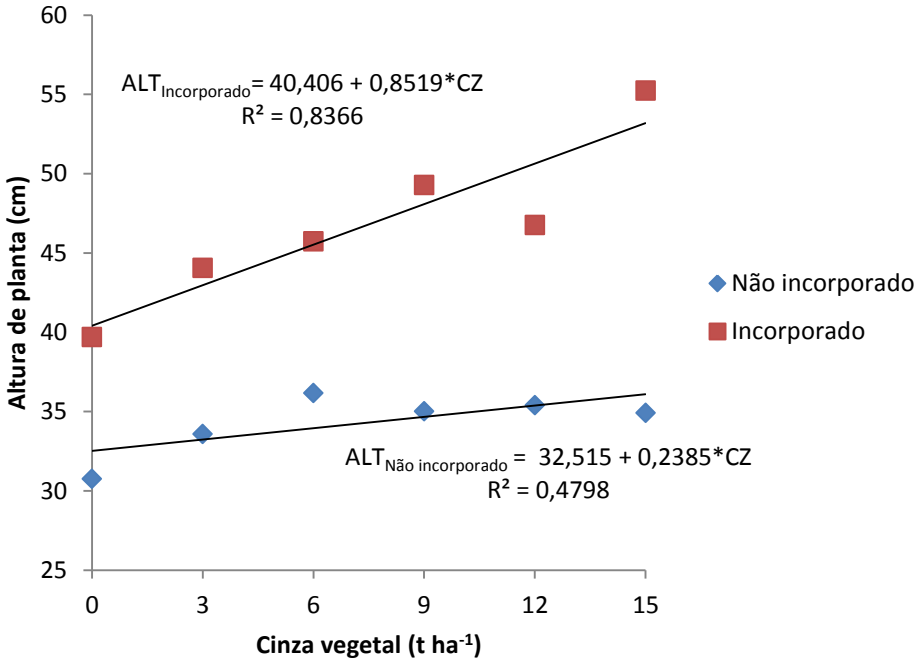


Figura 15: Altura de plantas (ALT) no terceiro corte das plantas do segundo ano (2016) de recuperação da pastagem de capim Marandu com doses de cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal,* significativo a 5% de probabilidade.

A quarta avaliação das plantas no segundo ano (2016) de recuperação de pastagem não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ao qual a pastagem foi submetida, apresentando média de altura de 39,77 cm.

De acordo com Hernández Garay et al. (1997) a altura de plantas é uma das características que definem a adoção do sistema de manejo da pastagem, pois aponta o momento correto de colocada e retirada de animais no pasto.

Nascimento Junior (1994) salienta a importância do correto manejo da altura de plantas de entrada de animais para o capim Marandu em sistemas de recuperação de pastagem, não sendo permitida a entrada de animais com pasto a altura menores de 25 cm, ao passo que pode ocorrer a morte e perda total da pastagem, levando a níveis que não permitem a completa recuperação do sistema.

De maneira geral, analisando o primeiro ano de recuperação da pastagem, onde não houve influência dos tratamentos estudados podemos inferir que isso ocorreu devido ao tempo de aplicação da cinza e ao volume de chuvas ter aumentado apenas no período do terceiro corte das plantas, pois a planta tem a necessidade da presença de água para a absorção dos nutrientes que a cinza vegetal disponibiliza.

Com o regime de chuvas maior observa-se que houve influência positiva na altura de plantas a partir do terceiro corte das plantas do primeiro ano de avaliações, atingindo alturas acima de 35 cm nos dois últimos cortes das plantas da forrageira, corroborando com o estudo de Bezerra et al. (2016), que trabalhando com cinza vegetal em solos do Cerrado, também observaram valores de altura de planta semelhantes ao do presente estudo.

Em relação ao segundo ano de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação, foi possível observar a influência do uso da cinza vegetal na altura de plantas a partir do primeiro corte das plantas do material vegetal, podendo ser explicado pelo comportamento das médias de precipitação acumulada e também pelo efeito residual causado pela cinza vegetal no solo de um ano para o outro.

Em seu estudo de recuperação de pastagem com *Brachiaria decumbens*, utilizando a adubação com macro e micronutrientes e formas de manejo do solo, realizado a campo, Soares Filho (2010) observou que a adubação tem efeitos positivos para o aumento da altura de plantas, ao passo que a gradagem ocasionou a degradação da pastagem em relação à testemunha que manteve a não movimentação das camadas do solo, divergindo assim do presente estudo onde o manejo do solo com incorporação da cinza vegetal apresentou médias superiores de altura de planta. Macedo et al. (2005), apresentaram em seu estudo com técnicas de

manejo do solo que a movimentação do solo pode ser benéfica a curto prazo por permitir a aeração e descompactação das camadas superficiais do solo.

4.3 NÚMERO DE FOLHAS

No primeiro ano de recuperação de pastagem, a variável número de folhas apresentou diferença significativa apenas para as doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo linear de regressão, no primeiro corte. Na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1} produziu 470,51 folhas m^{-2}, apresentando incremento de 48,9% em relação às médias de parcelas que não receberam a adubação com cinza vegetal (Figura 16A).

Houve ajuste ao modelo linear de regressão para o fator doses de cinza vegetal no segundo corte das plantas em 2015, produzindo 1.699,86 folhas m^{-2}, que significam um incremento de 49,6% em relação a ausência de adubação com cinza vegetal (Figura 16B).

O terceiro corte do primeiro ano das plantas também apresentou diferença significativa apenas para doses de cinza vegetal, aumentando a produção de folhas com ajuste ao modelo linear de regressão, produzindo 1.088,82 folhas m^{-2}, que significam um incremento de 46,66% em relação a ausência de adubação com cinza vegetal (Figura 16C).

A variável número de folhas no quarto corte das plantas no primeiro ano de avaliações (2015) também apresentou diferença significativa apenas para doses de cinza vegetal, com ajuste de regressão linear, produzindo 1.710,71 folhas m^{-2}, que significam um incremento de 47,8% em relação ao tratamento que não recebeu adubação com cinza vegetal (Figura 16D).

Pode-se observar que a adubação com cinza vegetal influenciou positivamente todos os cortes das plantas do primeiro ano de recuperação de pastagem com cinza vegetal e manejos de aplicação. Desse modo, justifica-se a adubação com cinza vegetal como uma alternativa para a recuperação de pastagem degradada, sendo que o número de folhas é uma variável importante, pois, reflete na produção total do capim.

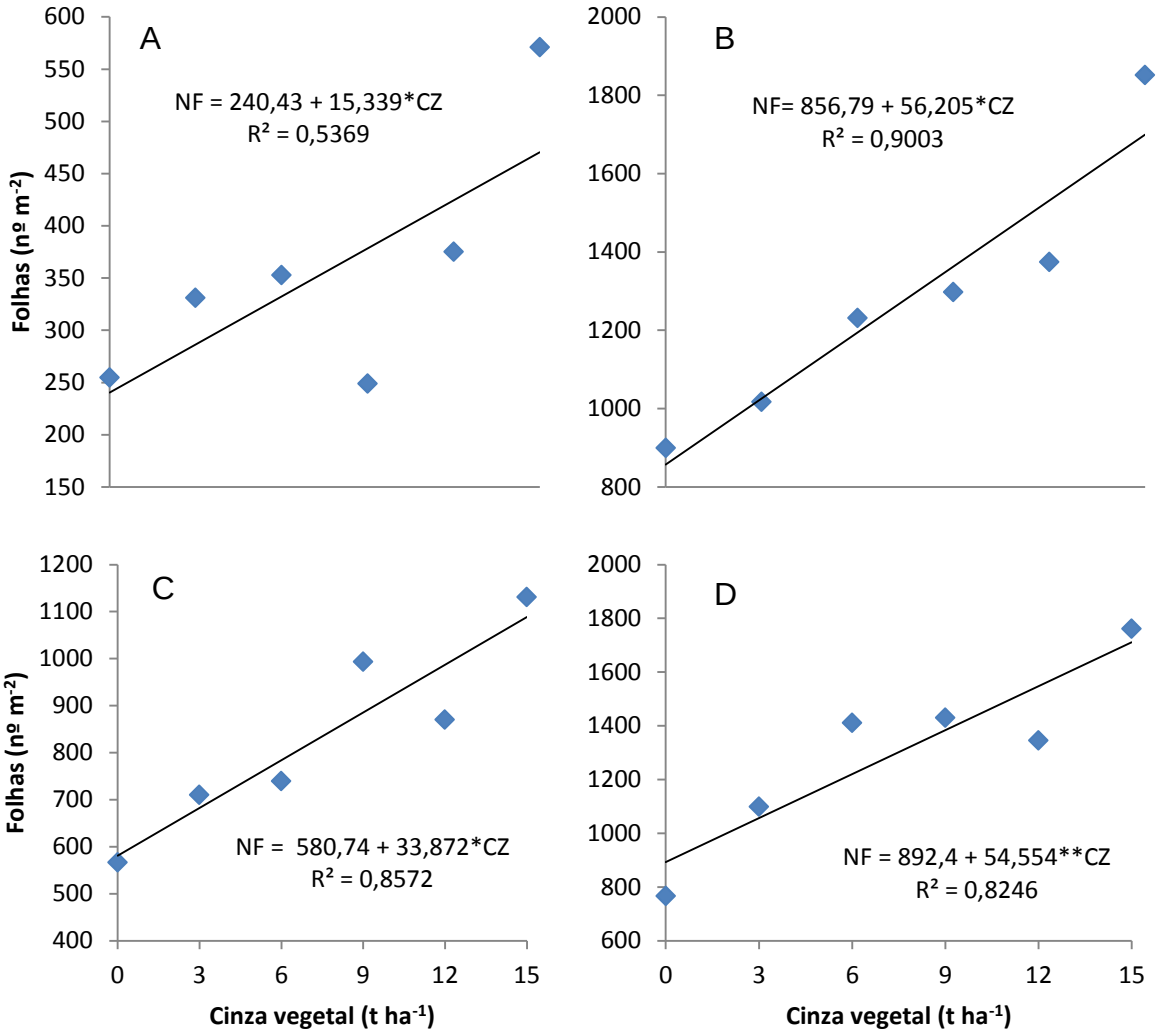


Figura 16: Número de folhas (NF) no primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto (D) cortes das plantas de pastagem de capim Marandu em recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação, no primeiro ano (2015) de condução do experimento. Rondonópolis, MT. CZ=cinza vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

No segundo ano (2016) de recuperação da pastagem a variável número de folhas, apresentou diferença estatística para as doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, sendo que a primeira avaliação foi realizada trinta dias após a aplicação da cinza vegetal. A dose de cinza vegetal que

representou a máxima produção de folhas (969,95 folhas m^{-2}) foi a dose de cinza vegetal de 10,39 t ha^{-1} (Figura 17).

A variável número de folhas apresentou diferença estatística para as doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, na segunda avaliação das gramíneas forrageiras. A dose de cinza vegetal que representou a máxima produção de folhas (812,34 folhas m^{-2}) foi a dose de cinza vegetal de 8,62 t ha^{-1} (Figura 18).

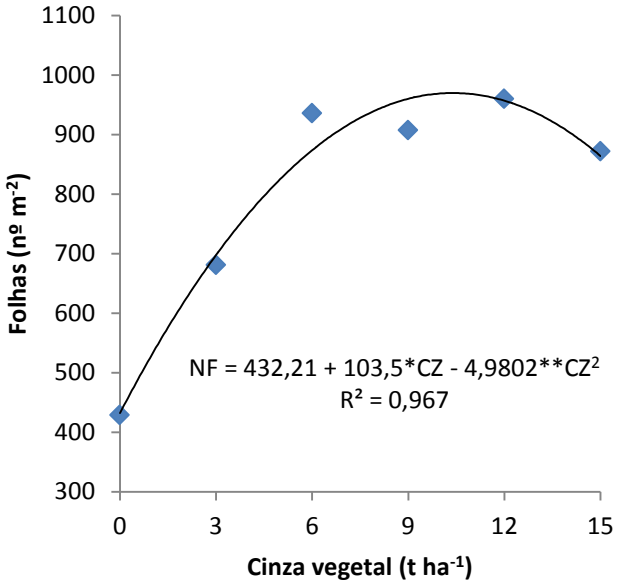


Figura 17: Número de folhas (NF) por m² no primeiro corte das plantas do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis,MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

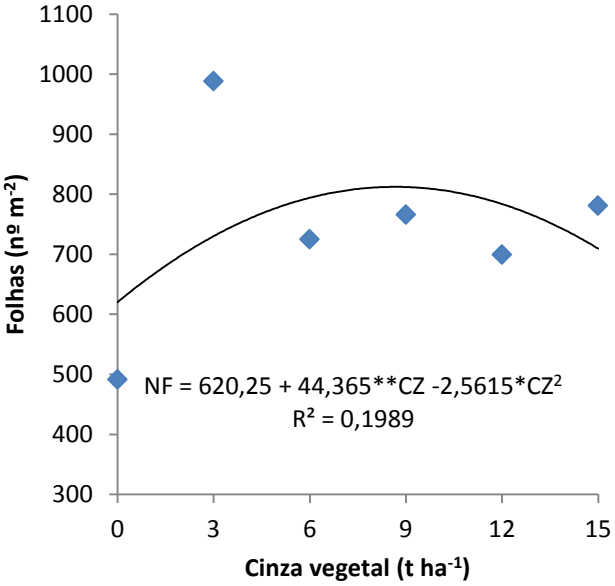


Figura 18: Número de folhas por m² (NF) no segundo corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O terceiro e quarto cortes das plantas do segundo ano de condução do experimento não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos estudados e apresentaram médias de 818,50 e 713,16 folhas m^{-2}, respectivamente.

Soares-Filho (1997), em seu estudo com adubação de macro e micro nutrientes e manejo do solo em sistemas de recuperação de pastagem observou que a adoção de técnicas integra de ambos os fatores auxiliam no desenvolvimento e recuperação de áreas em degradação, observando que após o segundo ano de recuperação de pastagem o manejo com utilização de grade aradora não se torna mais eficiente do que o manejo sem a incorporação da adubação.

O número de folhas está relacionado com a estrututa da planta e é responsável pela restauração da área foliar e consequentemente está relacionada com a capacidade fotossintética das gramíneas forrageiras, além de fazer parte da manutenção da produção de pastagem (CUNHA et al., 2011).

Bezerra et al. (2014), trabalhando com doses de cinza vegetal para adubação de capim marandu em Argissolo e Latossolo observaram que a cinza vegetal é capaz de aumentar o número de folhas.

4.4 NÚMERO DE PERFILHOS

No primeiro ano de recuperação de pastagem foi realizado o primeiro corte das plantas no qual a variável número de perfilhos apresentou diferença significativa isolada apenas para as formas de aplicação do resíduo, onde as subparcelas que receberam a forma não incorporada de cinza vegetal apresentaram 494,71 perfilhos m^{-2}, ao passo que a forma incorporada apresentou apenas 73,5 perfilhos m^{-2}.

A segunda avaliação das plantas no primeiro ano de recuperação de pastagem também apresentou diferença isolada para o fator formas de aplicação, sendo a forma não incorporada superior a forma incorporada com a produção de 724,37 perfilhos m^{-2} e a forma incorporada com 294,25 perfilhos m^{-2}.

No terceiro corte das plantas do experimento de recuperação de pastagem com cinza vegetal houve diferença significativa isolada para o fator doses de cinza vegetal, com ajuste linear de regressão, onde a dose de 15 t ha^{-1} produziu um total de 434,98 perfilhos m^{-2} (Figura 19).

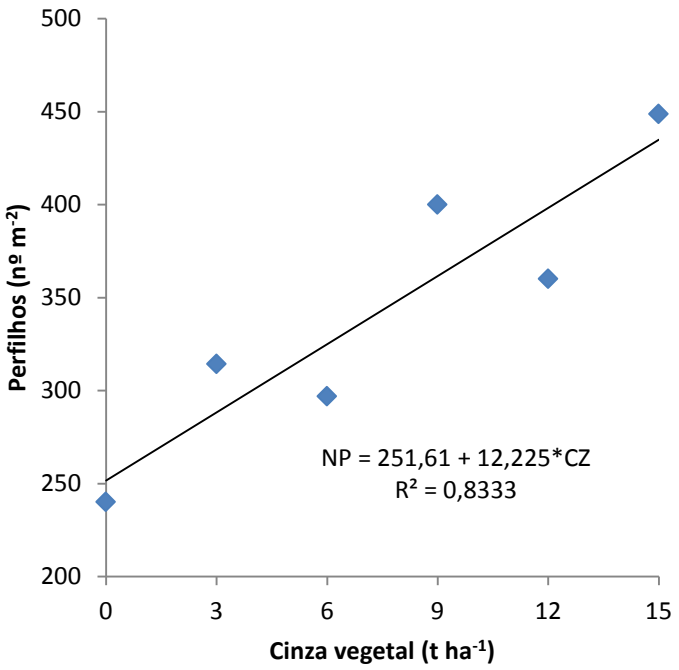


Figura 19: Número de perfilhos por m² (NP) no terceiro corte das plantas de capim Marandu do primeiro ano (2015) de condução de pastagem em

recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, * significativo a 5% de probabilidade.

No quarto corte das plantas do primeiro ano de recuperação de pastagem não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando em média 433 perfilhos m^{-2}.

No segundo ano de recuperação de pastagem a variável número de perfilhos apresentou diferença estatística para as doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, na primeira avaliação das plantas de capim Marandu. A dose de cinza vegetal que representou a máxima produção de perfilhos (46,5 perfilhos m^{-2}) foi a dose de cinza vegetal 11,14 t ha^{-1} (Figura 20).

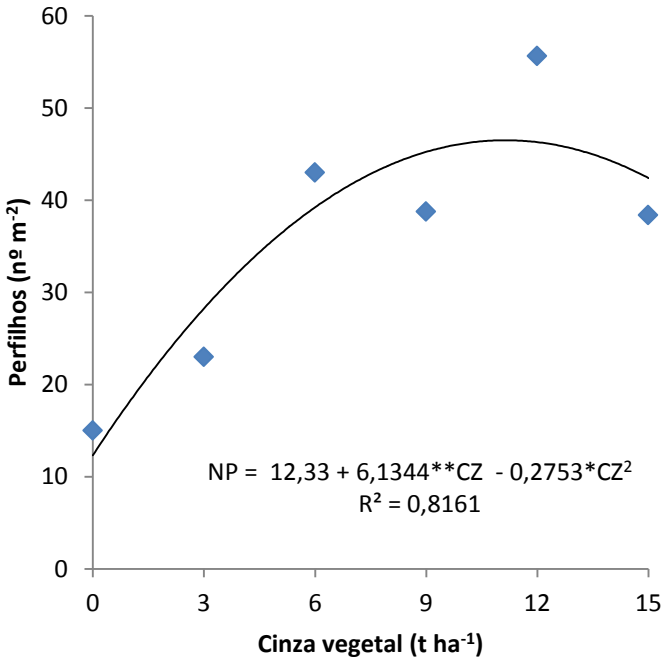


Figura 20: Número de perfilhos por m² (NP) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O segundo, terceiro e quarto cortes das plantas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, mantendo-se as médias de perfilhos em 29,7, 24,95 e 23,45 perfilhos m^{-2}, respectivamente.

Bonfim-Silva et al. (2011) observaram efeito linear no número de perfilhos nos dois primeiros cortes das plantas do capim Marandu sob doses de cinza vegetal. De acordo com Bonfim-Silva et al. (2015) a fertilização do solo com cinza vegetal aumentou o perfilhamento das gramíneas forrageiras estudadas.

O perfilhamento de gramíneas garante o estabelecimento da produtividade sendo positivo para o crescimento e sobrevivência das plantas em sistemas de pastagem (HODGSON, 1990).

Bonfim-Silva et al. (2010), trabalhando com sistemas de recuperação de pastagem em solo do Cerrado mato-grossense, observaram influência do manejo do solo para a produção de número de perfilhos, observando que no decorrer dos anos de cultivo o manejo no qual não há o revolvimento do solo tem a produção de número de perfilhos superior ao manejo com revolvimento da camada superficial do solo.

O perfilho é canal de condução de nutrientes absorvidos pelas raízes e desse modo é também responsável pela boa nutrição da gramínea forrageira, além de que a produtividade está relacionada com a produção de folhas e perfilhos, que são parte estrutural dos processos de fotossíntese e seu estabelecimento interfere na tomada de decisões quanto às técnicas de manejo a serem adotadas (GOMIDE et al., 1996).

4.5 MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Na primeira avaliação do primeiro ano experimental houve interação entre os tratamentos doses de cinza vegetal e formas de aplicação. Destacou-se as formas de aplicação incorporada ao solo, por produzir maiores quantidades de massa seca em relação as formas de aplicação não incorporada, independente das doses de cinza vegetal do intervalo experimental (Tabela 7).

Para ambos os manejos de aplicação da cinza vegetal houve ajuste linear de regressão (Figura 21), em que o manejo não incorporado produziu maiores quantidades de massa seca da parte aérea que o manejo onde houve a incorporação de cinza vegetal ao solo.

Tabela 7: Produção de massa seca da parte aérea (kg ha^{-1}) de pastagem de capim Marandu em recuperação submetida ao tratamento com doses de cinza vegetal e formas de aplicação, na primeira avaliação no primeiro ano (2015) de condução do experimento de recuperação de pastagem com cinza vegetal e manejos de aplicação em Rondonópolis, MT.

Produção de Massa Seca da Parte Aérea (Kg ha^{-1})						
	Cinza vegetal (t ha^{-1})					
Formas de aplicação	0	3	6	9	12	15
Não Incorporado	2.115,96 a	3.318,94 a	3.608,8 a	4.263,44 a	3.795,70 a	5.655,12 a
Incorporado	382,62 b	555,52 b	514,22 b	508,02 b	605,06 b	690,00 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

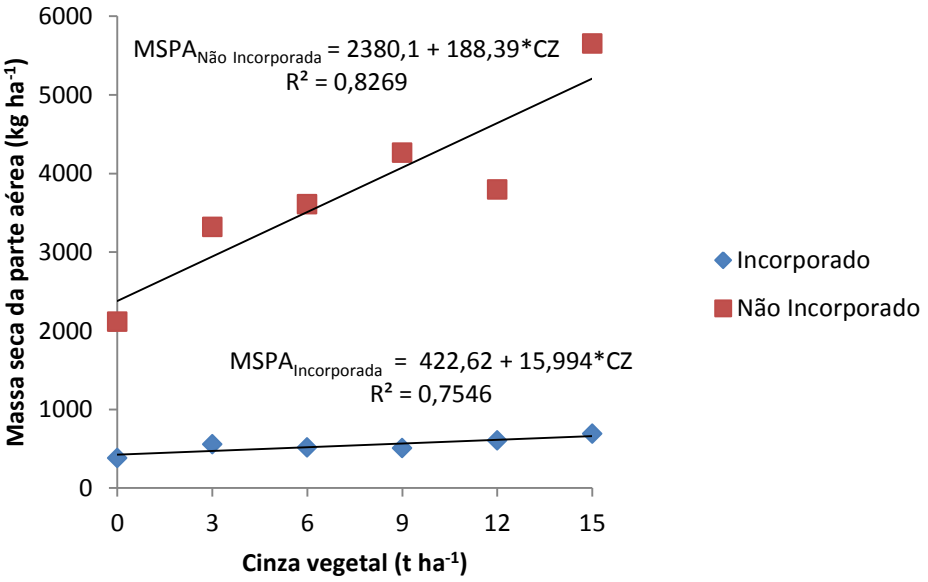


Figura 21: Massa seca da parte aérea (MSPA) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, *=significativo a 5% de probabilidade.

A segunda avaliação do primeiro ano de recuperação da gramínea forrageira apresentou diferença estatística significativa isolada para doses de cinza vegetal com ajuste linear de regressão, produzindo 6.899,7 kg ha^{-1} de massa seca da parte aérea quando aplicada a dose de cinza vegetal 15 t ha^{-1}, significando um incremento de 54% em relação às parcelas que não receberam adubação com cinza vegetal (Figura 22).

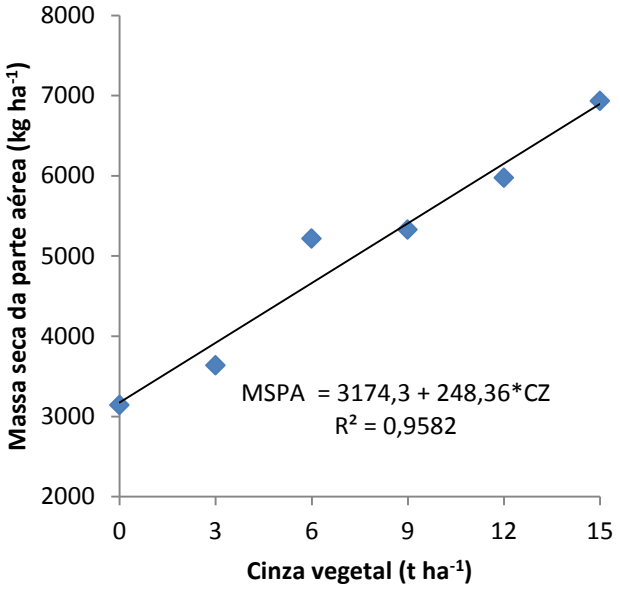


Figura 22: Massa seca da parte aérea (MSPA) no segundo corte das plantas de capim Marandu do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ = Cinza Vegetal, * significativo a 5% de probabilidade.

A terceira avaliação apresentou diferença estatística significativa isolada para doses de cinza vegetal com ajuste linear de regressão, produzindo 4.183,1 kg ha^{-1} de massa seca da parte aérea quando aplicada a dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}, significando um incremento de 63% em relação as parcelas que não receberam adubação com cinza vegetal (Figura 23).

A quarta avaliação também apresentou diferença estatística significativa isolada para doses de cinza vegetal com ajuste linear de regressão, produzindo 4.122,1 kg ha^{-1} de massa seca da parte aérea quando aplicada a dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}, significando um incremento de 52% em relação as parcelas que não receberam adubação com cinza vegetal (Figura 24).

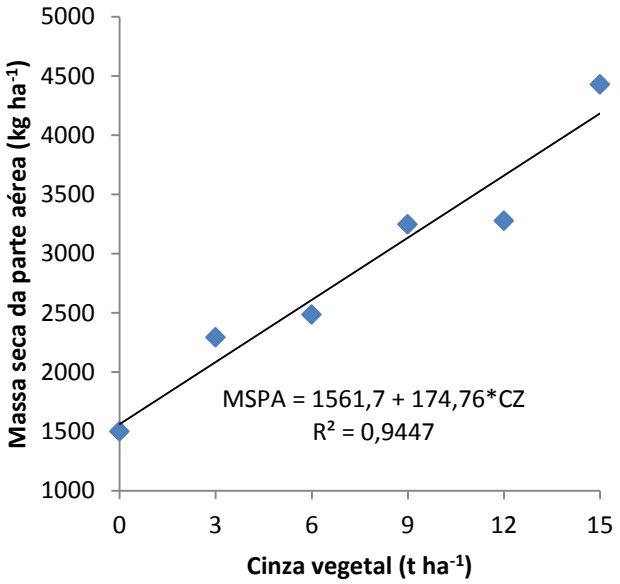


Figura 23: Massa seca da parte aérea (MSPA) no terceiro corte das plantas de capim Marandu do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

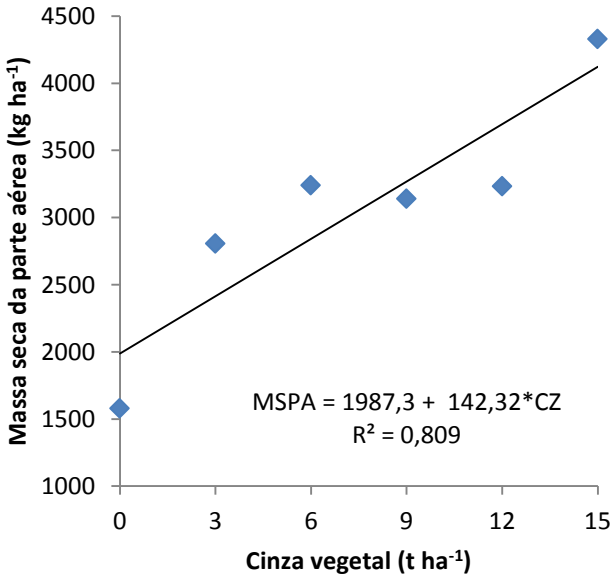


Figura 24: Massa seca da parte aérea (MSPA) no quarto corte das plantas de capim Marandu do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza

vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, * significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

A produção de massa seca da parte aérea na recuperação de pastagem no seu segundo ano de condução, apresentou diferença isolada para o fator doses de cinza vegetal, na primeira avaliação após os trinta dias de aplicação da cinza vegetal, apresentando ajuste ao modelo quadrático de regressão. Assim, pode-se observar que a dose de cinza vegetal de máxima produção foi de 14,25 t ha^{-1} com a produção de massa seca da parte aérea de 1.273,84 kg ha^{-1} (Figura 25).

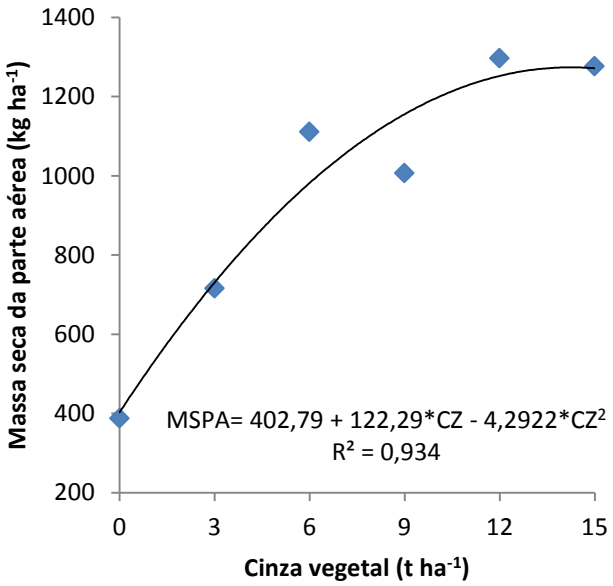


Figura 25: Massa seca da parte aérea (MSPA) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, *significativo a 5% de probabilidade.

A segunda e terceira avaliações das gramíneas forrageiras no segundo ano (2016) de recuperação de pastagem não apresentaram diferença entre os tratamentos estudados.

A quarta avaliação do segundo ano (2016) do experimento apresentou ajuste linear de regressão para o fator doses de cinza vegetal que se diferiu

isoladamente para a variável massa seca da parte aérea. Dessa forma produziu então um total de 1.333,12 kg ha^{-1} na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}, proporcionando um incremento de 69% em relação a não adubação com esse resíduo (Figura 26).

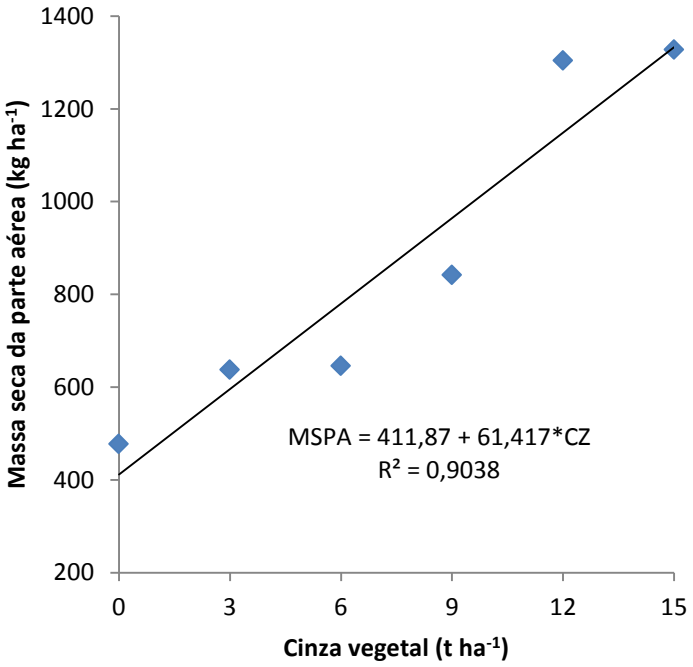


Figura 26: Massa seca da parte aérea (MSPA) no quarto corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, * significativo a 5% de probabilidade.

Souza Neto et al. (2004), em estudos com recuperação de pastagem com adubação e mecanização do solo observaram que o solo que recebeu a adubação mineral proporcionou a maior produção de massa seca da parte aérea, quando comparada com a testemunha sem adubação. O mesmo foi observou nas parcelas em que não houve a incorporação com grade, porém, quando adotou-se a adubação e gradeamento da área ocorreu um aumento na produção de massa seca de capim no primeiro ano de avaliações. Todavia, para o segundo ano não houve efeitos positivos na interação dos fatores estudados.

Resultados positivos na produção de massa seca da parte aérea com utilização de cinza vegetal também foram observados por Bonfim-Silva et al. (2011)

trabalhando com Crotalária 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. Essa 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).

Bezerra et al. (2014) assim como no presente estudo, observaram incremento positivo na produção de massa seca da parte aérea em capim marandu adubados com cinza vegetal em solo do Cerrado mato-grossense.

4.6 MASSA SECA DE FOLHAS

A produção de massa seca de folhas no primeiro ano de recuperação de pastagem, não apresentou diferença estatística significativa no primeiro, terceiro e quarto cortes das plantas, produzindo médias de 658; 621 e 858 kg ha^{-1}, respectivamente. Porém, o segundo corte das plantas apresentou diferença significativa apenas para as formas de aplicação, onde a cinza vegetal não incorporada ao solo apresentou-se em média 897,9 kg ha^{-1} de massa seca de folhas e em contrapartida a cinza vegetal incorporada ao solo produziu apenas 390,36 kg ha^{-1} de massa seca de folhas.

Houve efeito isolado para as doses de cinza vegetal no primeiro corte das plantas da pastagem, no segundo ano (2016) de condução do experimento, com ajuste ao modelo quadrático de regressão, onde a dose de cinza vegetal de máxima produção de folhas foi de 12,92 t ha^{-1} com a produção de 1.054,37 kg ha^{-1} de massa seca de folhas (Figura 27).

O segundo, terceiro e quarto cortes das plantas no ano de 2016, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos adotados, doses de cinza vegetal e formas de aplicação do resíduo.

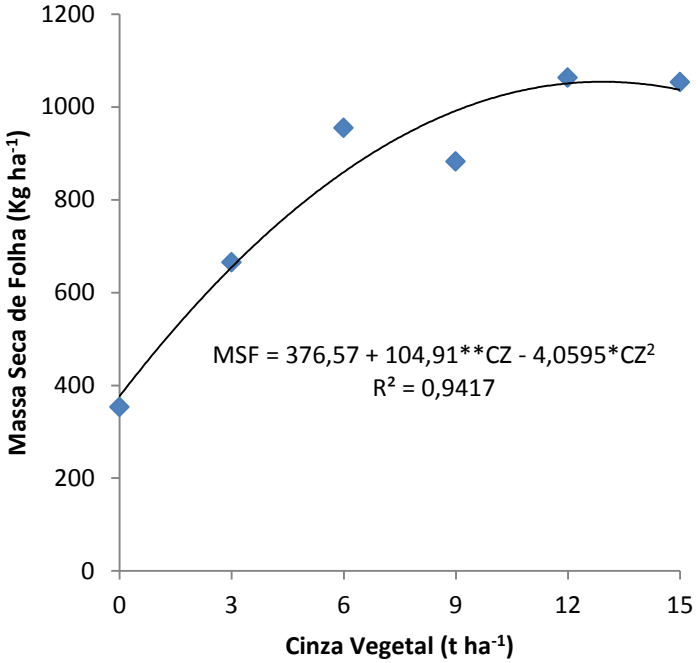


Figura 27: Massa seca de folhas (MSF) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

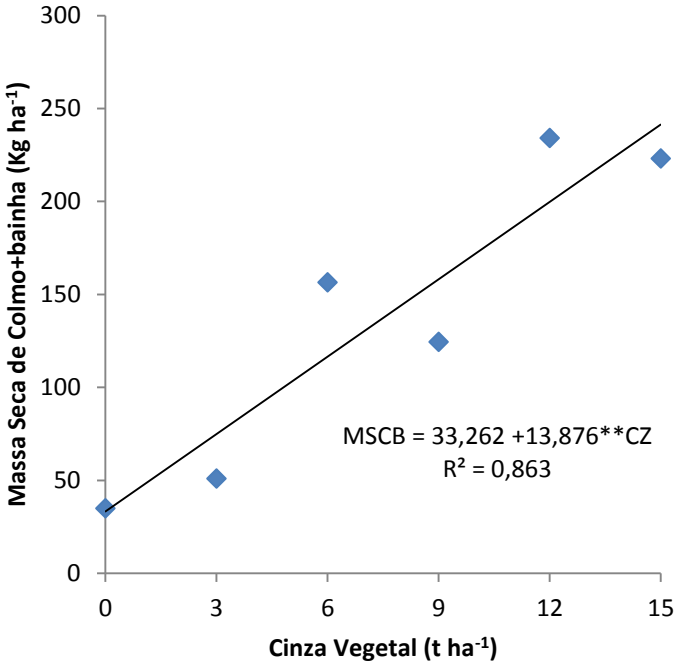
Santos et al. (2014) observaram que diante dos resultados de produção em massa seca de folhas dos capins Marandu e Xaraés, a cinza vegetal exerceu efeito positivo na *Brachiaria brizantha*, aumentando sua produção. Assim, esses resultados demonstraram a importância desse resíduo na produção de massa seca de folhas para as gramíneas forrageiras.

Semelhante ao presente estudo, Bezerra et al. (2014), observaram acrécimo na produção de massa seca de folhas, em capim marandu adubado com cinza vegetal em Latossolo e Argissolo coletados na região do Cerrado mato-grossense, justficando assim, o uso da cinza vegetal como fertilizante alternativo no manejo da pastagem no Cerrado.

4.7 MASSA SECA DE COLMOS+BAINHAS

A massa seca de colmos+bainhas das avaliações do primeiro ano (2015) de recuperação de pastagem com cinza vegetal e formas de aplicação não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, e produziram médias de 274,15; 312,8; 235,2 e 231 kg ha^{-1} de massa seca de colmos+bainhas, no primeiro, segundo, terceiro e quarto corte das plantas.

A primeira avaliação do segundo ano (2016) de recuperação de pastagem apresentou diferença isolada para doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo linear de regressão (Figura 28), onde a produção de 241,40 kg ha^{-1} de colmos+bainhas foi alcançada na dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1}, totalizando incremento de 86,22% quando comparada ao tratamento sem adubação.



.

Figura 28: Massa seca de colmo+bainha (MSCB) no primeiro corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

No segundo corte das plantas de capim Marandu em 2016, não houve diferença significativa entre os tratamentos e apresentaram o valor médio de 111,32 kg ha^{-1} de massa seca de colmos+bainhas. O terceiro corte das plantas apresentou significância isolada para o fator formas de aplicação, onde a forma incorporada sobressaiu-se a forma não incorporada com 166,7 kg ha^{-1} e 57,3 kg ha^{-1} de massa seca de colmos+bainhas, respectivamente.

A quarta avaliação do ano de 2016 ajustou-se ao modelo linear de regressão para a produção de massa seca de colmos+bainhas que se apresentou com efeito isolado das doses de cinza vegetal, com produção de 586,32 kg ha^{-1} na maior dose do intervalo experimental (15 t ha^{-1}) (Figura 29).

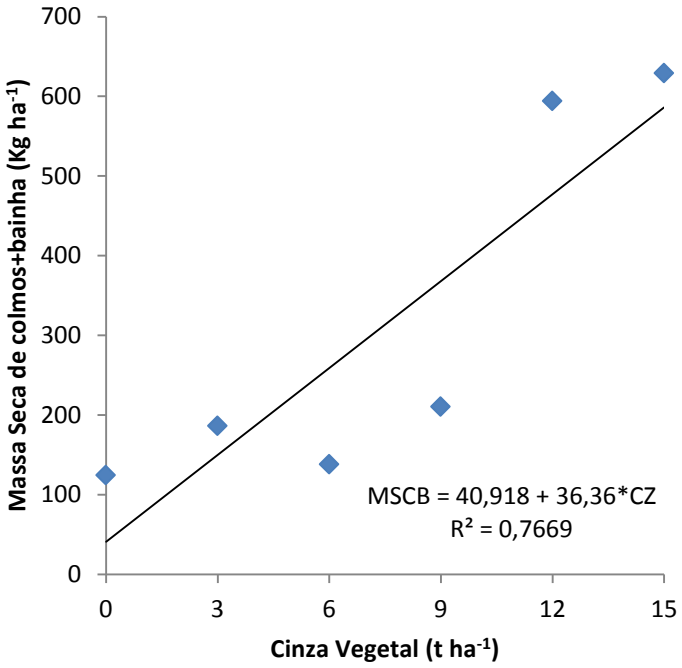


Figura 29: Massa seca de colmo+bainha (MSCB) no quarto corte das plantas de capim Marandu do segundo ano (2016) de recuperação das gramíneas forrageiras com cinza vegetal e formas de aplicação. Rondonópolis, MT. CZ=Cinza Vegetal, * significativo a 5% de probabilidade.

A partir do segundo corte das plantas, a dinâmica 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 (MATTOS & MONTEIRO, 2003).

4.8 ACÚMULO DE MASSA SECA

A variável acúmulo de massa seca da parte aérea apresentou efeito isolado para o fator doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo linear de regressão para o primeiro e segundo anos de avaliações de recuperação de pastagem em degradação.

No primeiro ano de recuperação das gramíneas forrageiras observa-se que a dose de cinza vegetal de 15 t ha^{-1} produziu um total de 18.138,9 kg ha^{-1} de massa seca da parte aérea, o que corresponde a um incremento de 44,8% em relação à ausência de adubação com cinza vegetal (Figura 30 A).

O maior acúmulo de massa seca da parte aérea no segundo ano de recuperação de pastagem se deu também na maior dose do intervalo experimental, sendo de 4.432,25 kg ha^{-1} de massa seca da parte aérea, apresentando incremento de 46% em relação a pastagem que não recebeu adubação com cinza vegetal (Figura 30 B).

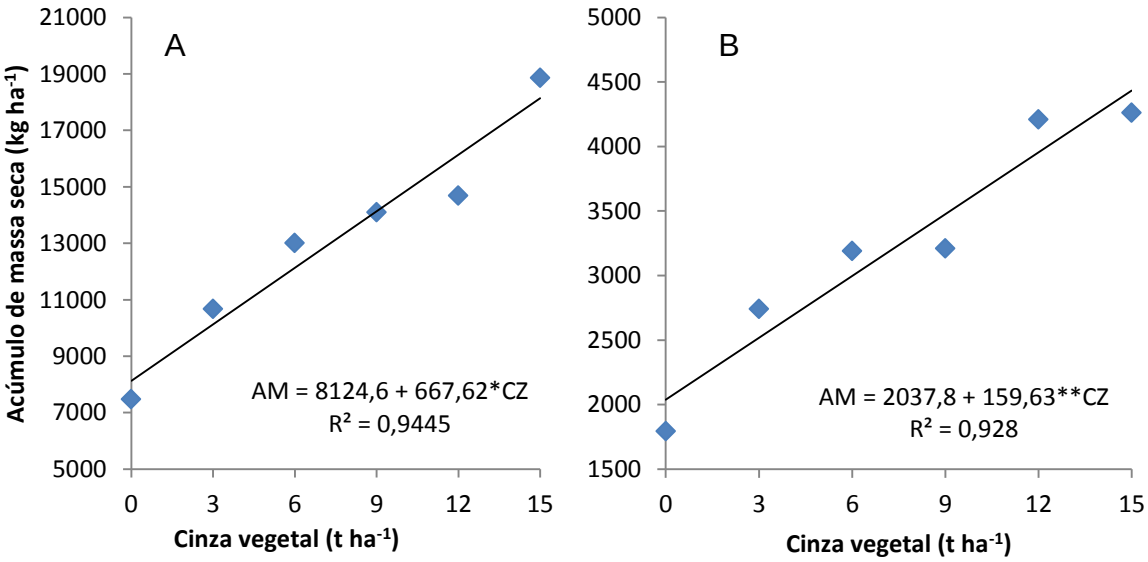


Figura 30: Acúmulo de massa seca (AM) de pastagem de capim Marandu em recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação no primeiro (A) e segundo (B) anos de avaliação. Rondonópolis, MT. CZ =cinza vegetal, **,* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se a redução nos resultados de acúmulo de massa seca no segundo ano de recuperação de pastagem. Isso é consequência do regime de chuvas e da qualidade da cinza vegetal utilizada no segundo ano de avaliação. Segundo Braud et al. (2005) a cinza vegetal se apresenta com composição distinta de acordo com as condições e temperatura da queima, material vegetal incinerado e condições de armazenamento da cinza vegetal.

Meirelles & Mochiutti (1999), salientaram que o acúmulo total de massa seca de capim em sistema de pastagem determina o número de unidades animal a serem alocadas na área de produção e apontam que a correta adubação do solo é um fator importante para o incremento da produção.

5 CONCLUSÕES

As doses de cinza vegetal que proporcionam o melhor desenvolvimento das caraterísticas fitométricas de pastagem em recuperação foram acima de 9,8 t ha^{-1}, no primeiro ano de avaliações das gramíneas forrageiras. No segundo ano de recuperação foram necessárias doses de cinza vegetal acima de 13,32 t ha^{-1}.

As características produtivas foram beneficiadas positivamente no primeiro ano de recuperação de pastagem quando aplicadas doses de cinza vegetal acima de 15 t ha^{-1}. No segundo ano de recuperação da pastagem capim Marandu as doses de cinza vegetal que apresentaram as maiores produções foram acima de 12,92 t ha^{-1}.

O índice de clorofila apresentou resposta significativas apenas na adubação com cinza vegetal no primeiro ano de recuperação de pastagem, não apresentando diferença no segundo ano de avaliação.

As formas de aplicação da cinza vegetal que proporcionou maior altura do capim Marandu com o resíduo aplicado com a incorporação com grade leve no primeiro e segundo anos de recuperação das gramíneas forrageiras.

A produção de perfilhos e de massa seca de folhas foram beneficiados com as formas de aplicação não incorporado da cinza vegetal ao solo, apenas no primeiro ano do sistema de recuperação de pastagem.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim Marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, v. 56, n. 2, p. 137-146, 1999.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p. 263-270, 2004.

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, p. 105-133. 2000.

BEZERRA, M. D. L.; BONFIM-SILVA, E. M. ; SILVA, T. J. A. ; SOUSA, H. H. F. ; DUARTE, T.F ; ESPIRITO SANTO, E. S ; PACHECO, A.B. Wood ash on the fertilization of marandu grass in brazilian cerrado soils. **African Journal Of Agricultural Research**, v. 11, P. 1504-1510, 2016.

BEZERRA, M.D.L.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. Wood ash efect on the productive characteristics of Marandu grass in Cerrado soils. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 30 p. 2339-2344, 2014.

BLASER, R.E.; HAMMES Jr., R.C.; FONTENOT, J.P.; BRYANT, H.T.; POLAN, C.E.; WOLF, D.D.; McCLAUGHERTY, F.S.; KLINE, R.G.; MOORE, J.S. Forage Animal Management Systems, Bulletin 86-7, **Virginia Agricultural Experiment Station**, 1986, 90 p.

BONFIM-SILVA, E. M. ; SANTOS, C.C. ; SILVA, TONNY J. A.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in tropical grasses fertilised with wood ash in cerrado oxisol. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 5, p. 549-555, 2014.

BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, J. M. G.; PEREIRA, M. T. J. ; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21, p. 523-533, 2015.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; VALADARES, E. M.; GOLDONI, G. Características morfológicas e estruturais de capim Marandu adubado com cinza vegetal em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J.A.; LUZ, V. S.; GUIMARÃES, S.L.; POLIZEL, A.C. Produção de capim Marandu em sistemas de recuperação no cerrado. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer v. 6, n. 11, p. 1-8, 2010.

BONFIM-SILVA, E.M; CABRAL, C. E. A.; SILVA, T.J.A.; MOREIRA, J.C.F.; CARVALHO, J. C. S. Cinza vegetal: características produtivas e teor de clorofila do capim Marandu. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n. 5, p-1214-1224, 2013.

BONFIM-SILVA, E.M; SANTOS, C. C.; SILVA, T.J.A. Wood Ash Fertilization on Structural Characteristics and Chlorophyll Index of Tropical Forage Grasses. **American Journal of Plant Sciences**, v.6, n. 9, p. 1341-1348, 2015.

BRAUD, I.; DE CONDAPPA, D.; SORIA, J. M. 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, n.3, p.361-374, 2005.

BRAULIO, A. F. J.; **Sistemas de pastagem: inovações**. Piracicaba: IPEF, 2014. p.105-133.

COSTA, J. A. A.; QUEIROZ, H. P. Régua de Manejo de Pastagens. **Comunicado Técnico 125 – EMBRAPA**, Campo Grande – MS, 2013.

CUNHA, F. F; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; ARAÚJO, R. A. S.; CECON, P. R.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. Número de folhas do capim-xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, intervalos de desfolha e estações anuais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 271-282, mar./apr. 2011.

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

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243-252, 2011.

DIAS-FILHO, MOACYR BERNARDINO. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. Special Suppl, p. 535-553, 2006.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**. 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. SILVA, F. C. da coord. Campinas: **Embrapa Informática Agropecuária**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa Produção de Informação**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1984.412p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2013. 412p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 3, n.1, p. 317-345, 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, n. 2, p.228-236, 2012.

FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO, M. C.; FEIGL B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.5, p.641-648, 2008.

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

HERNÁNDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. Tiller and growing point densities and population dynamics. **New zealand journal of agricultural research,** 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.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. **Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruana em condições controladas.** Viçosa. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.829-837, 2006.

MARTHA JÚNIOR, G. B; VILELA, L. Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. **Documento 50 Embrapa Cerrados,** Planaltina, 2002.

MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Produção e nutrição de capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre. **Boletim de Industria Animal**. v.60, p.1-10, 2003.

MEIRELLES, P. R.; MOCHIUTTI, S. Formação de pastagens com Capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) nos cerrados do Amapá**. Boletim de Recomendação Técnica**. Embrapa Amapá. Nov./99. v.7, p.1-3.

MILNE, J.A.; FISCHER, G.E.J. Sward structure with regard to production. In: Grasssland Management and Nature Conservation. **British Grassland Society**, 1993, p.33-42.

MITIDIERI, F. J. Respostas de cinco gramíneas forrageiras a níveis de calcário em Latossolo Vermelho-Escuro. **Piracicaba: Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz**, 1995.

NABINGER, C. **Princípios da exploração intensiva das pastagens**. Editora Peixoto. Piracicaba-SP. 1997. p. 15-95 v. 6.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Estabelecimento e recuperação de pastagens de brachiaria.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1994, Piracicaba – SP. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1994, p. 107 – 151.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.

OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI M. Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos. **Circular Técnico 38 Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, 2005.

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

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

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p.47-87.

SANTOS, C. C. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins marandu e xaraés**. 2012. 125p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso.

SANTOS, C.C.; Bonfim-Silva, E. M.; SILVA, T. J. A. Tropical grass fertilized with wood ash in cerrado oxisol: concentrations of calcium, magnesium and sulphur. **African Journal Of Agricultural Research**, v. 9, n.19, p. 1495-1501, 2014.

SOARES FILHO, A.P.S., Capacidade de absorção de nutrientes do capim Marandu (brachiaria brizantha) e da planta daninha malva (urena lobata) em função do ph. Viçosa: **Revista Planta Daninha**, v.18, n.3, p.443-450, 2010.

SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagens**. Araçatuba: USP, 1997. <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.

SOARES FILHO, C.V.; **Curso de manejo de pastagem. Apostila. Departamento de apoio, produção e saúde animal**. Araçatuba 1997. 44p.

SPERA, S.T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CORREIA, J.R.; CUNHA, T.J.F. **Solos areno-quartzosos do Cerrado: características, problemas e limitações ao uso**. Planaltina: EmbrapaCPAC, 1999. 48p.

VOUNDINKANA, J. C.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Availability of nutrients in wood ash amended tropical acid soils. **Environmental technology**, london, v.19, n. 12, p.1213-1221, 1998.