



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

**CINZA VEGETAL E MANEJOS DE APLICAÇÃO NA
IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PASTAGEM DE *Urochloa
brizantha* NO CERRADO MATO-GROSSENSE**

BENCY G SIMEON

RONDONÓPOLIS-MT

2020



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

**CINZA VEGETAL E MANEJOS DE APLICAÇÃO NA
IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PASTAGEM DE *Urochloa
brizantha* NO CERRADO MATO-GROSSENSE**

BENCY G SIMEON

Engenheiro Agrônomo

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

Co-orientador: Prof. Dr. ANDRÉ PEREIRA FREIRE FERRAZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Rondonópolis, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS-MT

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S589c Simeon, Bency G.
Cinza vegetal e manejos de aplicação na Implantação e manutenção de
pastagem de Urochloa Brizantha no Cerrado Mato-Grossense / Bency G
Simeon. -- 2020
112 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Edna Maria Bonfim Da Silva.
Co-orientador: Prof. Dr. André Pereira Freire Ferraz.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto
de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Biometria de plantas. 2. gramínea forrageira. 3. corretivo. 4.
fertilizante. 5. resíduo sólido na agricultura. 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CINZA VEGETAL E MANEJOS DE APLICAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PASTAGEM DE *Urochloa brizantha* NO CERRADO MATO-GROSSENSE

AUTOR: MESTRANDO BENCY G SIMEON

Dissertação defendida e aprovada em 28 de outubro de 2020.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutora Edna Maria Bonfim da Silva (Presidente Banca / Orientadora)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
2. Doutor Salomão Lima Guimarães (Examinador Interno)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
3. Doutor Tonny José Araújo da Silva (Examinador Interno)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
4. Doutor Helon Hébano de Freitas Sousa (Examinador Externo)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
5. Doutor André Pereira Freire Ferraz (Examinador Suplente)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO/ PNPd - FAPEMAT

RONDONÓPOLIS, 28/10/2020.

Documento assinado eletronicamente por EDNA MARIA BONFIM DA SILVA, Docente da Universidade
https://sei.ufmt.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=13979260&infra_sistema=10... 1/2

03/11/2020

SEI/UFMT - 2960229 - MESTRADO - Folha de Aprovação



Federal de Mato Grosso, em 28/10/2020, às 20:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Helon Hébano de Freitas Sousa, Usuário Externo, em 28/10/2020, às 20:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por SALOMAO LIMA GUIMARAES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 29/10/2020, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por TONNY JOSE ARAUJO DA SILVA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 29/10/2020, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2960229 e o código CRC DA96FC6E.

Aos Meus pais, Gesner Georges Genet Simeon e Ista Frais

Dedico

5

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, sabedoria e pela oportunidade de poder estar concluindo essa etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais Gesner Georges Genet Simeon e Ista Frais que foram exemplos para mim e que me apoiaram desde criança para chegar até aqui.

Meu muito obrigado aos que fazem parte do GPAS - Grupo de Práticas em Água e Solo, que contribuíram de forma ativa para tornar possível a realização desse trabalho, que mesmo em tempo de chuva, férias e feriados estavam prontos para dar os seus apoios.

À minha orientadora professora Dr^a. Edna Maria Bonfim-Silva, meu muito obrigado, pela oportunidade de ser seu orientado, pela confiança em mim depositada durante o período do mestrado, pelos conhecimentos e ensinamentos compartilhados, e sempre por estar disponível para me orientar.

Ao Pós Doutorando André Pereira Freire Ferraz, meu Co-orientador, pelos seus ensinamentos, dedicação e pelo apoio na realização do experimento.

Ao professor Dr. Tonny Araújo Da Silva, por todos os ensinamentos durante esses anos, pela dedicação, sabedoria e por sempre estar à disposição em ajudar. Meus agradecimentos a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos conhecimentos e contribuição na minha formação acadêmica.

Obrigado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e a Universidade Federal de Rondonópolis, por me proporcionar toda a formação, estrutura e de forma alguma não deixou faltar apoio para a realização deste estudo e contribuir para o meu crescimento profissional.

Aos meus colegas de Pós-graduação da salinha que foram importantes na realização desse sonho, obrigado pela amizade e pelos momentos de descontração essenciais nesses dois anos de convivência: Carolina, Juan, Júlio, Wellington, Rackel, Jucielly, Aline, Hederson, Melkezedeque, Raphael, Christian, Nayara, Werlen, Luana, Joao, Maria e Willy.

Minha imensa gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo, de forma a

permitir minha dedicação exclusiva à execução deste trabalho à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo financiamento, incentivo, apoio e suporte financeiro para a realização desse trabalho.

Lista de Figuras

- Figura 1. Precipitação (mm), evapotranspiração potencial - ETo (mm) (A) e temperatura do ar (°C) (B) do Município de Rondonópolis, no período de outubro 2018 a abril de 2020. Fonte dos dados: INMET. A ETo foi estimada de acordo com o método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998). 33
- Figura 2. Desenho experimental da disposição dos tratamentos com doses e formas de aplicação com cinza vegetal (A), descrição dos tratamentos (B) e localização da pilha de cinza a partir da qual houve a distribuição nas parcelas experimentais (C). 35
- Figura 3. Cinza vegetal utilizada no experimento, originária da combustão de *Eucalyptus* sp. da área experimental. Rondonópolis - MT 36
- Figura 4. Semeadura a lanço de sementes de Capim Paiaguás nas subparcelas da área experimental. Rondonópolis - MT 38
- Figura 5. Pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás 30 dias após a manutenção de cinza vegetal aplicada de forma não incorporada (A) e incorporada ao solo (B) na área experimental. Rondonópolis - MT 40
- Figura 7. Retângulo e estacas posicionados para Corte das plantas da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás a 5 cm de altura do solo da área experimental. Rondonópolis - MT 43
- Figura 8. LI-3100C medidor de área foliar (A), e (B), Quadrado posicionado para o corte das plantas de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT..... 44
- Figura 9. Monólitos coletados para amostragem de raízes de plantas *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT 46
- Figura 10. Uniformização de plantas da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT 46
- Figura 11. Interação dose de cinza vegetal e a forma de aplicação (incorporada e não incorporada ao solo) para o pH (CaCl₂) do solo cultivado com *Urochloa*

brizantha cv. BRS Paiaguás, na camada de 0-20 cm de solo, após 30 dias da aplicação. **1%, *5% e ns não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza na mesma dose. As barras verticais são erro padrão da média. 48

Figura 12. pH do solo (CaCl₂), em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal, incorporada (I) e não incorporada (NI) ao solo, em três cortes, corte 1 (A e B), corte 2 (C e D) e corte 3 (E e F). 50

Figura 13. pH do solo (CaCl₂), em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal, em quatro ocasiões, antes da cinza vegetal (A), corte 1 (B), corte 2 (C), e corte 3 (D). 52

Figura 16. Altura do pasto de *Urochloa brizantha* (cm) cv. BRS Paiaguás corte 1(A), corte 2 (A) e corte 3 (B) em função de doses de cinza vegetal e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo – NI , em **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 59

Figura 17. Altura do pasto de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ns não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 60

Figura 18. Número de Perfilhos (m-2) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes, **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 62

Figura 19. Número de perfilhos basais (perfilhos m-2) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicadas em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ns não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 63

Figura 20. Número de folhas (m^{-2}) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 65

Figura 21. Número de folhas (folhas m^{-2}) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 66

Figura 22. Número de folhas por perfilho basal de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 67

Figura 23. Número de folhas expandidas por perfilho de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 68

Figura 24. Índice de área foliar (IAF) do capim Paiaguás adubado com cinza vegetal em duas formas de aplicação, incorporada - I e não incorporada ao solo - NI, em três cortes, corte 1 (A), corte 2 (B) e corte 3 (C e D) **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza. As barras verticais são o erro padrão da média. 69

Figura 25. Índice de área foliar (IAF) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 70

Figura 26. Área foliar por perfilho (cm^2 perfilho⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação:

incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 71

Figura 27. Área foliar por perfilho ($\text{cm}^2 \text{ perfilho}^{-1}$) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 72

Figura 28. Índice de clorofila (valor SPAD) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 73

Figura 29. Proteína bruta (g kg^{-1}) em folhas diagnóstico (+1 e +2) de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás adubada com cinza vegetal no primeiro corte, aos 60 dias após a semeadura. As barras verticais são o erro padrão da média. 75

Figura 30. Massa seca de colmos (t ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 76

Figura 31. Massa seca de colmo (t MS ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 77

Figura 32. Massa seca de folhas (t ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%,

*5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 79

Figura 33. Massa seca de folhas (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 80

Figura 34. Pasto de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubado com 24 t ha⁻¹ de Cinza vegetal não incorporada (A) e incorporada (B) ao solo aos 30 dias após a semeadura na área experimental. Rondonópolis - MT 81

Figura 35. Relação Folha/Colmo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza vegetal no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 82

Figura 36. Relação folha/colmo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 83

Figura 37. Massa seca por perfilhos de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 84

Figura 38. Massa seca por perfilho (g perfilho⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 85

Figura 39. Massa seca de folhas verdes (t MS há⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza em cada dose. As barras verticais são o erro padrão da média. 87

Figura 40. Massa seca de folhas verdes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 88

Figura 41. Massa seca de folhas senescentes (t MS há⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 89

Figura 42. Massa seca de folhas senescentes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 90

Figura 43. Produtividade de forragem (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média. 91

Figura 44. Produtividade de forragem (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média. 92

Figura 45. Interação Dose de cinza x forma de aplicação para a massa seca de raízes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. **1%, *5% e ns não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza na mesma dose. As barras verticais são o erro padrão da média. 94

Figura 46. Efeito do pH do solo nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade na produtividade de massa seca de forragem (PMS) da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás no período de implantação da pastagem. 96

Lista de Tabelas

Tabela 1. Análises químicas e granulométricas da cinza vegetal utilizada e do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) da área experimental. Rondonópolis - MT	37
Tabela 2. Quantidade aplicada de nutrientes (kg ha ⁻¹) estimada com base na dose (t ha ⁻¹) e composição química da cinza vegetal utilizada no experimento com pastagem de <i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	39
Tabela 3. pH do solo (CaCl ₂), em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm, cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal no ano de manutenção em quatro ocasiões, antes da aplicação de cinza vegetal, no 1º, 2º e 3º cortes	52
Tabela 4. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico camada de 0 -20 cm na ocasião do primeiro corte de <i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS Paiaguás no ano de implantação do pasto, 2019	54
Tabela 5. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) na ocasião do primeiro corte das plantas após a aplicação de cinza vegetal no ano de manutenção do pasto, 2020	55
Tabela 6. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) na ocasião do terceiro corte da planta após a aplicação da cinza vegetal no ano de manutenção do pasto, 2020	56
Tabela 7. Tamanho médio dos agregados (mm), com base no diâmetro médio ponderado (DMP) com peneiramento a seco (s) e úmido (u), e índice de estabilidade de agregados (IEA; %) de um Latossolo Vermelho na implantação de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Paiaguás adubada com doses e manejos de aplicação de cinza vegetal – incorporada (I) e não incorporada ao solo (NI), 225 dias após a aplicação da cinza	58

Tabela 8. Índice de clorofila (valor SPAD) de *Urochloa brizantha* cv. BRS
Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal no
1º, 2º e 3º cortes para a cinza aplicada em superfície (não incorporada ao solo)
..... 74

Sumário

1. INTRODUÇÃO	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Resíduos industriais na agricultura	22
2.2 Cinza Vegetal.....	23
2.3 Efeitos da cinza vegetal em características físicas do solo características químicas do solo.....	25
2.4 Efeitos da cinza vegetal em características físicas do solo.....	26
2.5 <i>Urochloa brizantha</i>.....	26
2.6 Solos do Cerrado brasileiro	28
2.7 Correção e adubação de solo em pastagens	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Localização do experimento	32
3.2 Instalação do experimento.....	34
3.3 Aplicação da cinza vegetal, semeadura e manejo do pasto	38
3.4. Variáveis resposta	41
3.4.1 Atributos químicos do solo	41
3.4.2 Variáveis biométricas e produtivas do pasto.....	42
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 Atributos do solo	48
4.3 Morfologia das plantas e qualidade da forragem.....	58
4.4 Componentes de produtividade do pasto.....	76
5.0 CONCLUSÕES	97
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

RESUMO: O plantio e o manejo adequado de plantas forrageiras representam a base para a implantação de sistemas de produção pecuários eficientes. Nesse sentido, a *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. BRS Paiaguás se apresenta como uma importante alternativa para produção de forragem no Cerrado brasileiro. Assim, objetivou-se avaliar a utilização da cinza vegetal em duas formas de aplicação (incorporada e não incorporada ao solo), como fertilizante e corretivo do solo em pastagem de capim Paiaguás no Cerrado Mato-Grossense. O experimento foi realizado em campo, na Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Rondonópolis. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 2, correspondentes a cinco doses de cinza vegetal: 0; 8; 16; 24 e 32 t ha⁻¹, que compuseram as parcelas principais (6 x 12 m), e duas formas de aplicação (cinza incorporada e não incorporada ao solo), que corresponderam às subparcelas (6 x 6 m), as quais foram dispostas em faixas. Em cada colheita, foram avaliados atributos do solo, leitura SPAD, altura de planta (cm), número de folhas, número de perfilhos, índice de área foliar (IAF), relação folha/colmo, massa seca de folhas (t há⁻¹), massa seca de colmos (t ha⁻¹), massa seca de raiz (t ha⁻¹) e produção de massa seca (t ha⁻¹). Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão (p≤0,05). Os melhores resultados referentes ao desenvolvimento do pasto no ano de implantação foram: maior altura no terceiro corte (90,78 cm na forma incorporada e na dose de 24,62 t ha⁻¹ e 87,91 cm na forma não incorporada na dose de 20,07 t ha⁻¹) e produção de forragem de 8,15, 10,63 e 7,39 t MS há⁻¹, sucessivamente nos três cortes, com a incorporação da cinza ao solo entre as doses de 16 a 24 t ha⁻¹. Já no ano seguinte (período de manutenção) a produção de massa seca foi de 7,46, 7,30 e 12,76 t MS há⁻¹, entre as doses de 20 e 25 t de cinza há⁻¹. A cinza vegetal aumentou a produção de massa seca do capim Paiaguás e a sua incorporação elevou o pH do solo de 3,7 na dose controle a 6,66 na dose de 32 t ha⁻¹ nos primeiros 30 dias do ano de implantação do experimento. A cinza vegetal pode ser considerada uma fonte de nutrientes para as gramíneas forrageiras e uma alternativa mais econômica de correção da acidez do solo no Cerrado Mato-grossense.

Palavras-chave: Biometria de plantas, gramínea forrageira, corretivo, fertilizante, resíduo sólido na agricultura.

ABSTRACT: The growth and proper management of forage plants represent a basis for the implementation of efficient farm animals' production systems. In this sense, the *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster cv. BRS Paiaguás presents an important alternative for the production of forage in the Brazilian Cerrado. Thus, the objective of this study was to evaluate the use of wood ash in two forms of application (incorporated and not incorporated into the soil), as fertilizer and soil correction in Paiaguás grass pasture in Cerrado Mato-Grossense. The experiment was carried out in the field, at the Federal University of Mato Grosso, Rondonópolis campus. The design used was complete randomized blocks, with four replications, in a 5 x 2 factorial scheme, corresponding to five doses of wood ash: 0; 8; 16; 24 and 32 t ha⁻¹, which comprised the main plots (6 x 12 m), and two forms of application (wood ash incorporated and not incorporated into the soil), which corresponded to the subplots (6 x 6 m), which were arranged banded. Three cuts from the pasture were realized in the years of implantation and maintenance for evaluating the forage grass and soil, in the first and second year of conducting the experiment. In each harvest, soil attributes, soil cover, SPAD, plant height (cm), number of leaves, number of tillers, leaf area index (IAF), leaf / stem ratio, dry leaf mass (t ha⁻¹), dry stem mass (t ha⁻¹), root dry mass (t ha⁻¹) production and dry mass (t ha⁻¹). The data were submitted to analysis of variance and regression ($p \leq 0.05$). The best results regarding the development of pasture in the year of implantation were: greater height in the third cut 90.78 cm in the incorporated form and in the dose of 24.62 t ha⁻¹ and 87.91 cm in the form not incorporated in the dose of 20.07 t ha⁻¹) and forage production of 8,15,10,63 and 7,39 t MS ha⁻¹, successively in the three cuts, with the incorporation of wood ash into the soil between doses of 16 to 24 t ha⁻¹. In the second year (maintenance period), dry matter production was 7.46, 7.30 and 12.76 t MS ha⁻¹, between doses of 20 and 25 t ha⁻¹. Wood ash increased the dry mass production of Paiaguás grass and its incorporation increased the soil pH from 3.7 in the control dose to 6.66 in the 32 t ha⁻¹ dose in the first 30 days of the year of implantation of the experiment. Wood ash can be considered a source of nutrients for forage grasses and a more economical alternative for correcting soil acidity in the savannah of Mato Grosso.

Keywords: Plant biometrics, forage grass, wood ash as a corrective and fertilizer, solid waste in agriculture.

1. INTRODUÇÃO

As variações ambientais existentes influenciam no sucesso do cultivo de plantas forrageiras em relação a sua adaptação às condições edafoclimáticas locais. O manejo adequado possibilita um melhor aproveitamento das plantas que, por consequência, apresentam maior capacidade de superar estresses ambientais, bióticos e abióticos, cujos efeitos podem levar a perturbações reversíveis e/ou irreversíveis do funcionamento da planta. Assim, as plantas podem se manter produtivas por longos períodos.

Quanto à utilização das terras, as pastagens ocupam 45% do território brasileiro. Desse percentual, 70% corresponde a pastagens cultivadas, e 30% são de pastagens naturais. No estado de Mato Grosso, da área ocupada com pastagens (23.034.613 ha), 17% corresponde às pastagens naturais e 83% às cultivadas (IBGE, 2017). O levantamento do IBGE (2017) mostrou ainda que 78% dos estabelecimentos agrícolas (92.819), no estado do Mato Grosso, não utilizam adubação, seja química ou orgânica.

A pecuária brasileira é um setor de grande importância na geração de empregos e no crescimento econômico do país. O Mato Grosso é o estado brasileiro com maior rebanho de bovinos, cerca de 24 milhões de cabeças (IBGE, 2018). Por apresentar uma atividade pecuária baseada principalmente a pasto, o Brasil possui um dos menores custos de produção de carne no mundo, estimado em torno de 60% e 50% dos custos da Austrália e Estados Unidos, respectivamente (Ferraz & Felício, 2010; Silva et al., 2013). Isso torna a produção animal brasileira bastante competitiva frente a outros mercados.

Entre as plantas forrageiras mais utilizadas no Brasil, as do gênero *Urochloa* estão entre as mais utilizadas (Berchielli et al., 2012). Nesse sentido, a *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster BRS Paiaguás foi identificada como uma importante alternativa para cultivo no Cerrado brasileiro (Valle et al., 2013).

A aplicação de cinza nos solos agrícolas tem recebido crescente interesse por parte da ciência atual, e mostra-se como uma alternativa viável e ecologicamente correta, pois possibilita o aproveitamento do resíduo, além de devolver ao ambiente parte dos nutrientes extraídos pelas plantas e armazenados na biomassa que fora retirada para a queima. Autores reportaram

que a aplicação de cinzas proporcionou condições nutricionais do solo adequadas à produção da maioria das culturas anuais, sendo eficazes na redução do teor de H + Al, aumento de pH e macronutrientes como P e K do solo (Ferreira et al., 2012).

O uso de cinzas vegetais apresenta como vantagens principais o fato de ser dada uma destinação a esses resíduos industriais, que podem se tornar um problema ambiental, além de reduzir a dependência de rochas calcárias, fosfatadas e do petróleo, altamente empregados na indústria de fertilizantes químicos (Bonfim-Silva et al., 2013). Portanto, a utilização da cinza vegetal na agricultura pode auxiliar na redução dos impactos ambientais advindos do seu acúmulo nos locais de descarte. Em adição, com a crescente elevação dos custos de aquisição e aplicação de fertilizantes minerais, os produtores tendem a buscar alternativas de adubação com a finalidade de reduzir custos.

Diversos fatores têm sido considerados como entraves à obtenção de elevadas produtividades de forragem, como o manejo inadequado de nutrientes. Dentre os fatores limitantes para a produção animal a pasto, em regiões tropicais, destaca-se a baixa fertilidade natural e elevada acidez dos solos (Zimmer et al., 2011).

Os aspectos citados justificam a importância de realizar pesquisas sobre a utilização e manejo da cinza vegetal em *Urochloa brizantha*, desta forma objetivou-se conhecer as melhores formas de aplicação de cinza vegetal e as doses de cinza que proporcionam um maior ganho de produtividade e um manejo adequado do solo

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos industriais na agricultura

Os solos que sofrem com manejos inadequados ou manejos que não visam a reposição de nutrientes retirados pelas culturas anteriores, geralmente apresentam déficits nutricionais. Portanto, a fertilidade do solo é normalmente corrigida através da aplicação de fertilizantes minerais, que são caros e obtidos a partir de fontes não renováveis e sua escassez pode levar à diminuição de produtividade. A busca por novas alternativas para a melhoria da fertilidade do solo torna-se cada vez mais importante e o uso de cinza vegetal faz parte dessas novas alternativas (Arbestain et al., 2014).

Nesse contexto, o uso de resíduos industriais na agricultura representa uma alternativa de redução de custos com adubos provenientes de fontes minerais. Trata-se de uma maneira eficaz de reciclar matéria orgânica e nutrientes contidos nestes resíduos (Katheem et al., 2016).

O uso de resíduos industriais para fins agrícolas vem tendo um aumento significativo devido a sua capacidade de atuar no processo de ciclagem de nutrientes, substituir ou complementar fertilizantes minerais, em virtude da crescente conscientização sobre questões ambientais (Teuber et al., 2015).

Esse aumento está relacionado à capacidade dos resíduos de fornecer nutrientes importantes para nutrição de plantas. Países como Finlândia, Portugal, Brasil, Canadá e Chile tem tido papéis fundamentais em pesquisas que visam caracterizar e determinar o potencial da aplicação de resíduos industriais (cinzas e resíduos sólidos) visando uma possível substituição do calcário (Ochecova et al., 2014).

No Brasil, os resíduos industriais são provenientes de diversas fontes como, por exemplo, do ramo de produção alimentícia e de produção de papel de celulose. Houve aumento da produção de papel no Brasil nos últimos anos, passando de 17.653.000 t em 2017 para 19.342.000 t em 2018 (IBA, 2018), isto é, um aumento de 9,5 % na produção. Com isso, as indústrias do setor de produção de papel vêm gerando uma quantidade maior de resíduo celulósico. Para a geração desse produto normalmente utiliza-se madeira e/ou biomassa de culturas como fonte de energia, através da combustão desses materiais. A cinza vegetal é, portanto, o resultado da queima dessa biomassa, e com o aumento

das atividades de indústrias de celulose, cresce também a produção do resíduo sólido.

A cinza proveniente da queima de biomassa durante os processos industriais é considerada um dos principais resíduos sólidos de celulose gerados pelas indústrias brasileiras, a qual pode ser equivalente a 1,1 mil toneladas por mês, geralmente descartados nos solos próximos a essas indústrias, e/ou em aterros. Esses resíduos apresentam excelentes resultados quando utilizados em sistemas agroflorestais devido a sua composição química e sua influência sobre os atributos do solo (SILVA et al., 2009).

Essas fontes alternativas de nutrientes podem fornecer concentrações adequadas de nutrientes às plantas. Pesquisas mostraram que a aplicação de cinza vegetal consegue aumentar a produção das culturas. Frequentemente, esse comportamento está associado à elevação da disponibilidade de macronutrientes (Ca, K, Mg e P) no solo (Demeyer et al., 2001).

A utilização de fontes alternativas para adubação é importante para aumentar a sustentabilidade e a preservação de recursos naturais, sendo uma das principais vantagens desta forma de adubação, a melhoria de características físicas e químicas do solo (Piva et al., 2014).

2.2 Cinza Vegetal

Em diversos processos de fabricação industriais, quantidades consideráveis de cinzas de madeira estão sendo produzidas e as cinzas derivadas da combustão de biomassa têm sido usadas como fertilizante mineral. A produção dessas cinzas de madeira pode variar dependendo do processo de combustão utilizada, assim a forma e a natureza das cinzas são determinadas por fatores físicos e químicos do material queimado (Demeyer et al., 2001).

Por ser um resíduo originário da queima de espécies vegetais, a sua composição quantitativa e qualitativa depende da biomassa utilizada que pode possuir alto valor nutricional e pode ser utilizada na produção de diferentes culturas, assim como relatam as melhorias promovidas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo cultivados por hortaliças (Silva et al., 2012).

A cinza vegetal, resíduo sólido das indústrias cuja energia é proveniente da queima de biomassa vegetal, é passível de ser utilizada como fertilizante. Esse resíduo é eficiente na redução da acidez e melhora a fertilidade do

Latossolo de Cerrado, o que envolve diminuição do teor de H+Al, aumento de pH e dos teores de magnésio, fósforo e potássio (Osaki & Darolt, 1991; Maeda et al., 2008; Ferreira et al., 2012).

Os primeiros efeitos positivos da cinza de madeira em solos minerais baseiam-se em aumento do pH, teor de nutrientes (Ca, K, Mg e P), capacidade de neutralização e potencial para aumentar a atividade da microbiana do solo (Huotari et al., 2015).

A cinza de madeira contém quase todos os nutrientes de que uma planta precisa, exceto o nitrogênio, que é ausente na maioria das vezes ou presente em baixa concentração (Hånell & Magnusson, 2005). Assim as cinzas derivadas de vegetais e/ou biomassas não conseguem compensar a deficiência de nitrogênio no solo. Portanto, quando se faz o uso de cinza vegetal na agricultura é necessário utilizar uma fonte de nitrogênio a fim de evitar a limitação do desenvolvimento das culturas em solos minerais (Saarsalmi et al., 2012).

Deste modo, a cinza resultante da combustão de madeira não pode ser usada como uma fonte de fertilizante geral (Röser, 2008), porém pode ser considerada uma alternativa de fornecimento de nutrientes e de correção do solo (Clarholm, 1994).

Um dos fatores importantes na fabricação de cinza vegetal é a temperatura da combustão, que pode afetar as propriedades físicas, químicas e a quantidade de cinza produzida. A produção de cinza de madeira e o efeito das variações de temperatura possuem uma relação documentada por Etiégni & Campbell (1991), que descobriram que a concentração de nutrientes presentes na cinza esta relacionada com o processo de combustão utilizado e, durante a combustão da biomassa, dois tipos de cinza são produzidos: cinzas volantes e cinzas inferiores (Tlustoš et al., 2012).

Geralmente as cinzas de origem de biomassa contêm fósforo e outros nutrientes em quantidades consideráveis para o desenvolvimento das plantas. Estima-se que a concentração de fosforo nas cinzas de biomassa pode variar de menos de 1 até 10% ou mais, dependendo da origem do material utilizado na geração da cinza vegetal (Schiemenz et al., 2011).

Cinzas classificadas como resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da combustão de madeira foram analisadas por Demeyer et al., (2001), os quais observaram que essas cinzas podem ser consideradas uma boa

fonte de potássio, fósforo, magnésio e cálcio. As concentrações de cálcio (Ca, presente na forma de CaO) na cinza de madeira são consideradas altas e, portanto, esse resíduo pode ser usado como agente de neutralização e correção da acidez e contribuir com o aumento da atividade bacteriana do solo (Bache & Sharp, 1976).

2.3 Efeitos da cinza vegetal em características físicas do solo características químicas do solo

Bonfim-Silva et al. (2013) reportaram dados da composição química (%) da cinza de eucalipto: 1,67 de P₂O₅; 2,72 de K₂O; 0,01 de Zn; 0,01 de Cu; 0,02 de B; 2,70 de Ca e 1,49 de S. Em casa de vegetação, os autores verificaram que a cinza aplicada ao solo cultivado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi capaz de promover aumento significativo do pH do solo e da produção de biomassa aérea das plantas.

A adubação feita com cinza vegetal, além de aumentar o pH e fornecer nutrientes ao solo, pode contribuir para diminuir a toxicidade do Al, aumentar a disponibilidade de fósforo e proporcionar uma melhoria no rendimento de diversas culturas (Demeyer et al., 2001).

Uma vez que para aumentar o rendimento das culturas, um dos fatores principais é a disponibilidade de nutrientes no solo, a cinza vegetal é capaz de proporcionar um fornecimento de nutrientes essenciais, em particular as bases trocáveis que facilmente são disponibilizadas para serem absorvidas (Demeyer et al., 2001; Mbah et al., 2010).

Gagnon & Ziadi (2012) encontraram melhor aproveitamento de fósforo pelas plantas em tratamentos com cinzas de madeira, devido ao pH mais alto e a mineralização do P orgânico contido na cinza. O mesmo estudo relatou menor rendimento para *Phaseolous vulgaris* em tratamentos com calcário dolomítico do que em parcelas tratadas com cinza de madeira em quantidades iguais de aplicação.

Efeitos na microbiota e na respiração do solo foram observados nas primeiras camadas do solo, nas profundidades de 5 a 10 cm superiores do solo mineral (Fritze et al., 1994; Saarsalmi et al., 2012), em que a resposta da cinza foi evidente tanto em espaços de tempo curtos e longos. Porém, poucos estudos documentaram os efeitos das cinzas nos horizontes orgânicos do solo, que são

uma importante zona de ciclagem de nutrientes e habitat microbiano em muitos ecossistemas.

Por sua vez, Ring et al. (2006) aplicaram 3 t ha⁻¹ de cinza de madeira triturada e constataram que os teores de K, Na, SO₄ e carbono orgânico total aumentaram até 50 cm em profundidade de até 50 cm do solo.

2.4 Efeitos da cinza vegetal em características físicas do solo

A cinza produzida a partir de queima de biomassa e depositado no solo desempenha uma importante função na hidrologia do solo e na diminuição do escoamento superficial e sucessivamente da taxa de erosão do solo (Bodí et al., 2014).

Após a aplicação de cinza se cria um sistema de duas camadas de proteção do solo, como uma crosta entre a cinza depositada e a parte mineral do solo, que interagem nas características bioquímicas, hidráulicas e estruturais do solo (Cerdà & Doerr, 2008; Gabet & Sternberg, 2008; Moody et al., 2013; Bodí et al., 2014).

A aplicação de cinza vegetal em pastagem pode proporcionar alterações nas propriedades físicas do solo (Bonfim-Silva et al., 2013; Bezerra et al., 2016). Dentre essas propriedades estão as associadas à estrutura do solo.

2.5 *Urochloa brizantha*

Os genótipos de *Urochloa* (Poaceae) são nativos da África (Renvoize et al., 1996) e são amplamente cultivadas na América tropical e África (Valle et al., 2010; Hare et al., 2015) e em regiões chuvosas da Índia (Antony et al., 2015). Existem mais de 100 espécies de *Urochloa*, sendo a *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster, *U. ruziziensis* (R. Germ. & CM Evrard) Crins, *U. decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *U. humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga as principais espécies exploradas comercialmente como culturas forrageiras (Miles et al., 2004; Cook et al., 2005; Pereira et al., 2012).

O gênero *Urochloa* vem tendo um papel fundamental na expansão da pecuária brasileira, pois apresenta um bom desenvolvimento e crescimento, mesmo quando implantado em solos de baixa fertilidade e ácidos (Valle et al., 2000). As *Urochloas* apresentam, de modo geral, produção de massa seca e valor nutricional da forragem elevados em amplas condições de crescimento (Valle et al., 2010).

Plantas desse gênero desempenham um papel primordial na produção de ruminantes no Brasil, por viabilizarem a pecuária independente da classe do solo. Em solos de baixo pH, predominantes nos cerrados brasileiros, contribuem com a formação de polos de desenvolvimento econômico, devido à indústria de produção de sementes de forrageiras tropicais (Souza et al., 2006).

As *Urochloas* são as principais forrageiras utilizadas na criação de ruminantes no Centro-oeste brasileiro. Estima-se que 85% do total de pastagens cultivadas para produção extensiva de gado no Brasil contenham *Brachiaria* spp. (Moreira et al., 2009). Essa ampla disseminação se deve à sua capacidade de adaptação aos solos da região (Araújo et al., 2008).

O interesse econômico nessas gramíneas é maior na América tropical, onde a adoção extensiva do cultivo de braquiária nas últimas décadas proporcionou grande impacto na produtividade de vastas áreas de solos anteriormente subutilizados ou marginais (Boddey et al., 1996).

Em sistemas de produção intensivos existe a demanda por cultivares forrageiras mais produtivas, de melhor qualidade e mais adaptadas ao ambiente específico (Pereira et al., 2005). Como a *Urochloa* (planta C₄) é bem adaptada a climas tropicais, essas plantas são ainda mais atraentes para novos esforços de melhoramento genético (Gibson, 2009; Arroyave et al., 2013).

Para Malavolta (1999), “sustentabilidade deve ser conseguida conjuntamente, adaptando o solo à planta e, quando possível, adaptando a planta ao solo”. O desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a determinados ecossistemas pode ser considerado uma forma de contribuir com a sustentabilidade dos sistemas de produção. A escolha adequada da espécie forrageira, em virtude das condições edafoclimáticas, constitui, portanto, o ponto de partida para o sucesso da exploração de pastagens. Nesse sentido, a *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, uma das mais recentes lançadas, foi selecionada para solos de média fertilidade e ambientes com estação seca bem definida (Valle et al., 2013).

Ressalta-se que, associada à utilização de cultivares cada vez mais adaptadas, como sugeriu Malavolta (1999), deve-se lançar mão de práticas de manejo, como adubação, correção do solo, irrigação e tratos culturais, sempre que possível, tendo em vista que essas práticas desempenham um papel importante no desempenho agrônomo das culturas.

2.6 Solos do Cerrado brasileiro

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando uma área de 2.036.448 km² na porção central do Brasil, o que corresponde a aproximadamente 24% do território nacional (IBGE, 2004). Esse bioma limita-se geograficamente ao Norte, com a Amazônia, Mata Atlântica a sudeste, Pantanal a sudoeste e com a Caatinga a nordeste (Aquino & Aguiar, 2007). O Estado do Mato Grosso é majoritariamente composto pelo bioma Amazônia (54%), seguido do cerrado (39%) e uma menor parte composta pelo pantanal (7%) (IBGE, 2004b; Hunke et al., 2015).

O Cerrado responde por 55% da produção de carne do Brasil, sendo que boa parte dos cerca de 53 milhões de hectares com pastagens cultivadas apresentam algum processo de degradação. Desse modo, a modernização dos sistemas de produção animal a pasto deverá passar pelo aumento da eficiência produtiva através da reutilização de áreas eventualmente abandonadas ou subutilizadas. Para isso, ganhos em eficiência poderão ser viabilizados pelo uso de correção e adubação do solo (Dias-filho, 2011).

Práticas de manejo de solos podem auxiliar na redução da abertura de novas áreas. Isso se torna ainda mais significativo pelo fato de o cerrado brasileiro ser reconhecido internacionalmente por sua elevada biodiversidade, sendo considerado como um dos 25 *hotspots* do mundo (Myers et al., 2000; Bond, 2016).

Grande parte dos solos agrícolas das regiões tropicais e subtropicais apresenta limitações ao crescimento de muitas culturas em virtude dos efeitos da acidez (Gargantini et al., 1982). No Brasil, por exemplo, os solos sob vegetação do cerrado apresentam elevada acidez e baixa fertilidade (Embrapa, 1979).

Em Latossolos do Cerrado, Santos et al. (2015) verificaram variação de pH e do teor de nutrientes ao longo do perfil do solo. Nos primeiros 26 cm e de 26 a 90 cm, o solo apresentou pH de 5,2 e 4,7, respectivamente. O teor de P foi de 0,0049 cmolc dm⁻³ no horizonte A e 0,00059 cmolc dm⁻³ no horizonte B. Para o Ca, foram encontrados os valores de 2 cmolc dm⁻³ no horizonte A e 0,70 cmolc dm⁻³ no horizonte B. Quanto ao Mg, os teores foram de 0,70 e 0,30 cmolc dm⁻³, no horizonte A e B, respectivamente. O solo foi considerado ácido, pelo elevado

teor de Al, e com deficiência de macronutrientes (Ca, Mg e P). Nesse cenário, são necessárias práticas de correção e adubação do solo para atenuar a perda de produtividade causada pelos altos níveis de Al (Klink & Machado, 2005).

A reação do solo (pH) influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Meurer (2007), o pH influencia na disponibilidade dos nutrientes essenciais à nutrição de plantas; na solubilidade de elementos que podem ter efeito tóxico sobre as plantas; na atividade de microrganismos; favorecimento ou não de doenças nas plantas; entre outros.

Valores de pH variando de 5,5 a 6,5 são mais favoráveis ao crescimento de grande parte das culturas (Tisdale et al., 1993; Taiz & Zeiger, 2013). O P, por exemplo, na maioria dos solos brasileiros, apresenta baixa disponibilidade em condições de acidez do solo. Macronutrientes, como o N, K, Ca, Mg e S, apresentam maior disponibilidade em pH na faixa de 6 a 6,5 (Meurer, 2007).

O alto poder de fixação do fósforo e a baixa capacidade de troca catiônica são alguns dos problemas dos solos do cerrado. Nota-se, por outro lado, que, em detrimento de suas características químicas, os Latossolos do cerrado apresentam, de modo geral, propriedades físicas favoráveis, como solos com boa drenagem. drenados.

Grande parte dos solos apresenta textura média ou argilosa (Coutinho, 1982). Em levantamento realizado pela Embrapa Cerrados (Embrapa, 1979), verificou-se que os Latossolos Vermelho Escuro (LVE) e Vermelho Amarelo (LVA) são representativos da região, estando presentes em cerca de 52% dos cerrados. São solos profundos, altamente intemperizados, de baixa fertilidade natural e alta percentagem de saturação com alumínio.

Soma-se aos Latossolos a ocorrência de Argissolos no cerrado brasileiro. Além das características físicas do solo, a topografia também favorece práticas agrícolas. A combinação de declives suaves (geralmente menores que 3%) com boa estabilidade de agregados do solo, bem como solos profundos, facilitam a mecanização agrícola na região. Estima-se que aproximadamente 50% da região sejam cobertos por solos aráveis, o que equivale a mais de 1 milhão de km² (Lopes & Guilherme, 1994).

Dadas as condições que favorecem a mecanização no Cerrado, o cultivo de pastagens pode auxiliar na melhoria da fertilidade do solo, mediante adição

de carbono ao solo. Nesse caso, pastagens de braquiária também contribuem para o acúmulo de carbono nos solos (Brandan et al., 2017).

Em pastagem de *U. brizantha*, Silva et al. (2004) verificaram que o acúmulo de carbono no solo foi maior (113 Mg ha⁻¹) que na pastagem nativa (99,7 Mg ha⁻¹), considerando a camada de solo de 0 - 100 cm. No mesmo trabalho, a pastagem de *U. decumbens* (97,1 Mg ha⁻¹) não diferiu significativamente da pastagem nativa.

Pastagens manejadas corretamente apresentam maior potencial para acúmulo de carbono no solo. No Cerrado, Gmach et al. (2018) verificaram que pastagens de *U. brizantha*, ao longo de dois e seis anos, apresentaram elevado potencial para manter carbono alocado na fração mineral do solo, devido à ausência de perturbação da estrutura dos agregados, além da cobertura adequada do solo associada à produção e destacamento de raízes, que aumentam o estoque de carbono no solo.

Salton & Tomazi (2014) reportaram que as plantas de gênero *Urochloa*, por possuírem um vasto sistema radicular, com crescimento rápido e contínuo, são eficientes em promover estruturação do solo, com formação de agregados estáveis, macroporosidade e canais, proporcionando ambiente favorável para o crescimento do sistema radicular da própria cultura e para as subseqüentes, no caso de rotação.

2.7 Correção e adubação de solo em pastagens

As práticas agrícolas são determinantes para aumento da e produção das pastagens, e nesse contexto, a fertilidade do solo desempenha papel fundamental na sustentabilidade da produção. Quando apropriadamente manejados, os ecossistemas de pastagem são um método eficiente e sustentável produção proteína animal de alta qualidade com impactos ambientais mínimos (Tilman et al., 2002).

O comportamento de uma planta forrageira resulta da interação do seu potencial genético com o meio ambiente. Assim, para maximizar o potencial de produção forrageira e animal, pode-se adaptar a planta ao ambiente por meio do melhoramento genético ou provocar uma mudança parcial no ambiente, o que se consegue utilizando eficientemente fatores como adubação, irrigação, controle de invasoras, doenças e pragas (Araújo et al., 2008).

A degradação de pastagens é um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural, que torna as pastagens suscetíveis aos efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras (Dias-Filho, 2011). Estima-se que cerca de 50 milhões de hectares de pastagens, formadas principalmente por espécies de braquiária, na região do Cerrado, estejam degradadas, sendo que os principais motivos apontados são a má administração da adubação e de taxas de lotação animal (Jiménez & Lal, 2006). Quando os solos são muito ácidos, calcário ou outros materiais de calagem podem ser adicionados para neutralizar o excesso de acidez (Tisdale et al., 1993).

As práticas de adubação e correção da acidez devem ser baseadas na análise química do solo. Associada a análise, deve-se levar em consideração o nível tecnológico do sistema de produção, que se relaciona com características da planta forrageira, tais como produtividade e valor nutritivo. A adubação nitrogenada tem proporcionado aumento na produção de forragem. Isso ocorre porque a quantidade de nitrogênio disponibilizada pelo solo, a partir da matéria orgânica, não tem sido suficiente para suprir adequadamente a necessidade das plantas forrageiras (Kluthcouski & Aidar, 2003).

Em adição, as adubações fosfatadas e nitrogenadas assumem grande importância, pois os nutrientes são os principais responsáveis pela manutenção da produtividade das gramíneas, e participam diretamente na estrutura vegetal, no tamanho das folhas e colmos, no aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, na velocidade de crescimento e produção de forragem (Vasconcelos, 2006). Bonfim-Silva & Monteiro (2006), trabalhando com nitrogênio e enxofre em pastagem degradada, verificaram que as doses de nitrogênio estudadas foram determinantes para a produção de massa seca das lâminas foliares e dos colmos mais bainha do capim de gênero *Urochloa*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em campo, na Universidade Federal de Rondonópolis - MT, localizado sob as coordenadas 16°27'38.94" S e 54°34'57.01" W, de outubro de 2018 a abril de 2020. O primeiro ciclo do experimento correspondeu à fase de implantação e condução (outubro de 2018 a maio de 2019). Após esse período, o pasto foi mantido em descanso. O período seguinte (dezembro de 2019 a abril de 2020) correspondeu à manutenção da pastagem. Dessa forma, as avaliações experimentais foram realizadas no período chuvoso de cada ano.

No período do primeiro ano de condução do experimento (período 2018-2019), as condições meteorológicas no Município de Rondonópolis indicaram temperaturas médias mínimas e máximas de 21,9 e 32,6 °C, respectivamente, precipitação e evapotranspiração potencial acumuladas de 1337,0 e 1000,7 mm no período experimental, respectivamente (Figura 1 A).

Para o período de manutenção do pasto (período 2019 - 2020), as condições meteorológicas no Município de Rondonópolis indicaram temperaturas médias de 22,1 e 32,9 °C, respectivamente, precipitação e evapotranspiração potencial acumuladas de 692,0 e 632,0 mm, no período experimental, respectivamente (Figura 1 B).

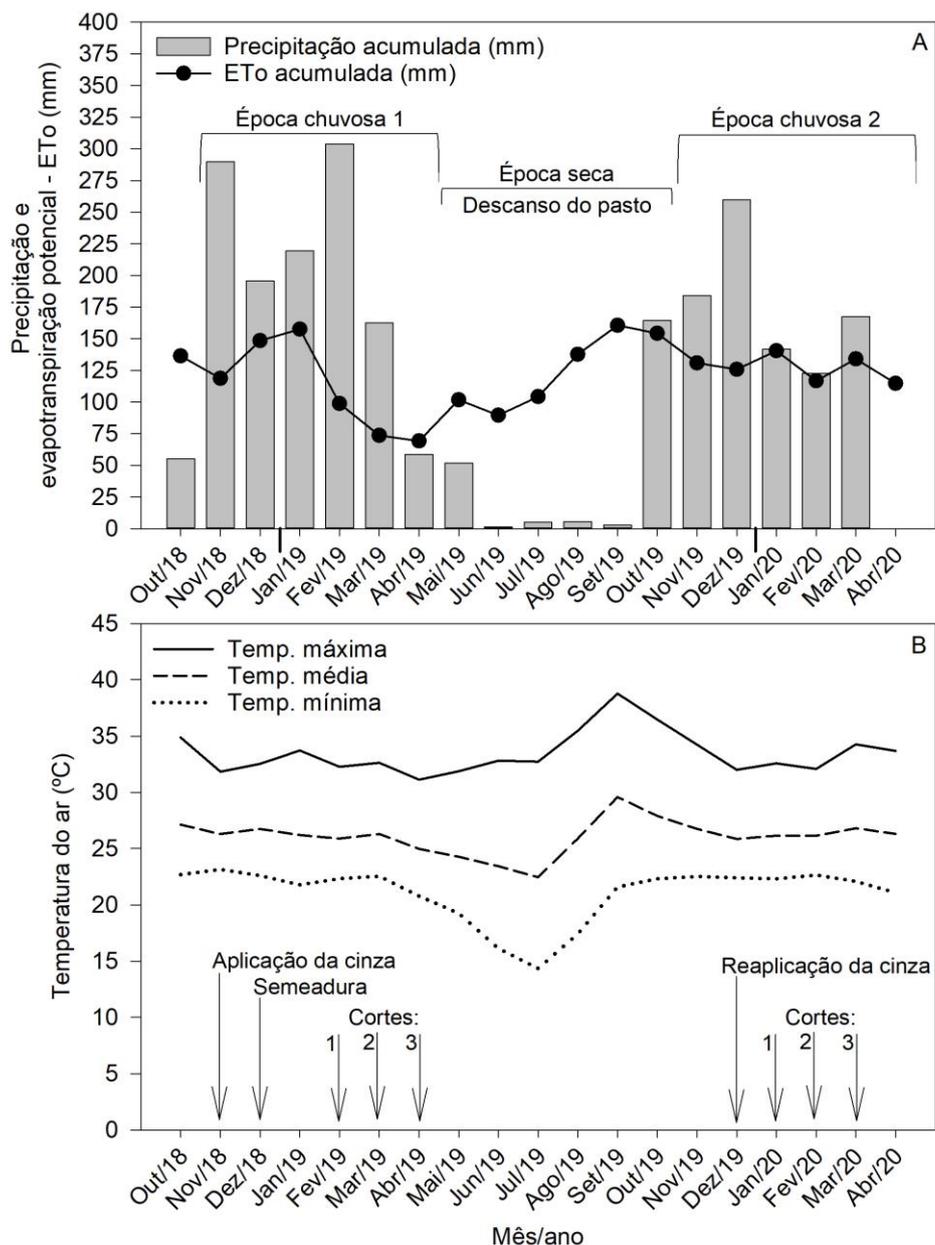


Figura 1. Precipitação (mm), evapotranspiração potencial - ETo (mm) (A) e temperatura do ar (°C) (B) do Município de Rondonópolis, no período de outubro 2018 a abril de 2020. Fonte dos dados: INMET. A ETo foi estimada de acordo com o método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998).

O clima do Cerrado brasileiro é tropical sazonal, com o período mais chuvoso concentrando-se de outubro a março e o período seco, de abril a setembro, com temperaturas que variam de 22 a 27°C (Klink & Machado, 2005).

De acordo com classificação de Köppen, o tipo climático de Rondonópolis, MT, é Aw (clima tropical com estação seca de inverno), com precipitação média

anual em torno de 1690 mm, e médias mensais de 141 mm (Alvares et al., 2013). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018).

3.2 Instalação do experimento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em faixa. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5x2 e corresponderam a cinco doses de cinza vegetal: 0, 8, 16, 24 e 32 t ha⁻¹ e duas formas de aplicação da cinza: incorporada ao solo, com grade leve; e não incorporada, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

A área de cada parcela principal foi de 72 m² (12 x 6 m) e as subparcelas, de 36 m² (6 x 6 m), enquanto a área útil de cada subparcela foi de 30,25 m² (5,5 x 5,5 m). As parcelas experimentais foram compostas pelas doses de cinza. Já as formas de aplicação corresponderam às subparcelas, em faixa, visando facilitar a utilização de máquinas agrícolas para incorporação da cinza (Arnouts et al., 2010). As delimitações das subparcelas experimentais foram feitas a partir da instalação de estacas de madeira pintadas (Figura 2).

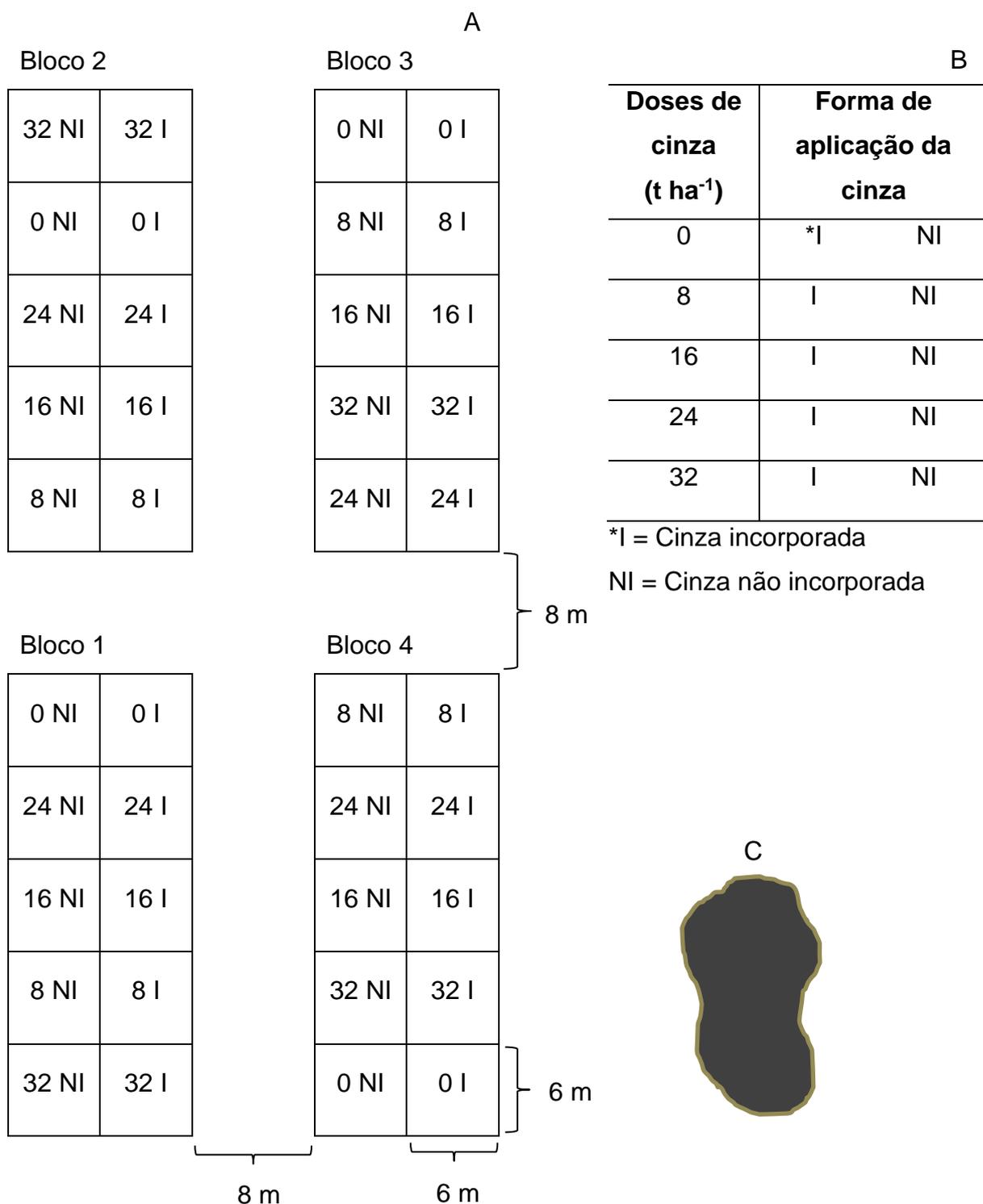


Figura 2. Desenho experimental da disposição dos tratamentos com doses e formas de aplicação com cinza vegetal (A), descrição dos tratamentos (B) e localização da pilha de cinza a partir da qual houve a distribuição nas parcelas experimentais (C).

O solo da área experimental e a cinza vegetal utilizada foram caracterizados antes da aplicação dos tratamentos, conforme a EMBRAPA (2017) e MAPA (2017), respectivamente (Tabela 1). Inicialmente o solo foi coletado em cinco pontos distribuídos nas duas diagonais da área experimental total, de modo que um dos pontos ficou no centro da área. O objetivo dessa coleta foi realizar a caracterização inicial do solo (0 – 0,20 m de profundidade), e por isso não foi realizada a nível de parcela/subparcela experimental. Em seguida foi obtida uma amostra composta (~1,0 kg de solo).

Para amostragem da cinza, que foi disposta próxima à área experimental (Figura 3), foram coletadas seis amostras distribuídas em diferentes pontos e profundidades da massa total, com auxiliar de pá visando representar a condição geral da cinza aplicada (Figura 3).

A área de implantação do experimento é considerada nova, recentemente aberta em cerrado nativo.



Figura 3. Cinza vegetal utilizada no experimento, originária da combustão de *Eucalyptus* sp. da área experimental. Rondonópolis - MT

Tabela 1. Análises químicas e granulométricas da cinza vegetal utilizada e do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) da área experimental. Rondonópolis - MT

Cinza Vegetal			Latossolo Vermelho distrófico		
Variável	Unidade	Valor	Variável	Unidade	Valor
pH (CaCl ₂)	-	10,67	pH (CaCl ₂)	-	3,70
PN	%	30,00	M.O	g kg ⁻¹	27,10
PRNT	..	24,76	P	mg dm ⁻³	1,60
N	g kg ⁻¹	4,90	K	..	42,40
P ₂ O ₅	..	7,90	S	..	6,10
K ₂ O	..	32,5	Ca	cmol _c dm ⁻³	0,65
Zn	..	0,20	Mg	..	0,25
Cu	..	1,00	Al	..	0,95
Mn	..	0,40	H+Al	..	6,00
B	..	0,40	SB	..	1,01
Ca	..	49,60	CTC	..	7,01
Mg	..	42,00	V	%	14,41
S	..	6,00	M	..	48,47
Fe	..	7,20	Zn	mg dm ⁻³	1,30
M.M	..	546,40	Mn	..	9,80
Granulometria:4,8mm	%	0,48	Cu	..	0,30
Granulometria:2,0mm	..	3,07	Fe	..	41,00
Granulometria:1,0mm	..	10,53	B	..	0,25
Densidade	g cm ⁻³	0,40	Areia*	g kg ⁻¹	395
-	-	-	Silte*	..	175
-	-	-	Argila*	..	430

PN = Poder de neutralização; PRNT= Poder relativo de neutralização N = Nitrogênio; P₂O₅ = Fósforo ; K₂O = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Mn = Manganês; B = Boro; P= Fósforo; K = Potássio; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; CTC = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; M.O = Matéria orgânica; M.M=Matéria mineral; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; Fe=Ferro.

*Granulometria determinada pelo método de [Bouyucos] – dispersante NaOH + hexametáfosfato de sódio.

3.3 Aplicação da cinza vegetal, semeadura e manejo do pasto

O período experimental foi iniciado em outubro de 2018, com a demarcação da área e divisão das parcelas com auxílio de piquetes de madeira. A cinza vegetal foi aplicada em novembro, e 30 dias depois, em dezembro de 2018, foi realizada a semeadura. 60 dias após a semeadura, em fevereiro de 2019, foi realizado o primeiro corte para avaliação da forragem, de um total de três cortes com intervalos de 30 dias. Assim, o ciclo de avaliações em campo do período de implantação foi finalizado em maio de 2019.

A cinza vegetal foi distribuída manualmente na área experimental, obedecidas as devidas doses de cada tratamento. A aplicação foi realizada com auxílio de baldes, que foram carregados a partir do montante de cinza armazenado próximo à área experimental (Figura 3). Nas parcelas onde a incorporação da cinza era requerida, foi utilizado um trator com grade leve, e a profundidade de revolvimento do solo foi de, aproximadamente, 15 cm.

A semeadura foi realizada 30 dias após a aplicação da cinza vegetal, tempo esse necessário à reação da cinza com o solo. Foram semeadas, a lanço, 3,5 kg de sementes de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. BRS Paiaguás por subparcela experimental (Figura 4). Após a semeadura, um escarificador acoplado ao trator de pequeno porte (modelo Agrale 420 4x2) foi passado na área visando aumentar o contato solo-semente.



Figura 4. Semeadura a lanço de sementes de Capim Paiaguás nas subparcelas da área experimental. Rondonópolis - MT

Devido a cinza apresentar baixo teor de nitrogênio (Tabela 1), foi realizada adubação nitrogenada, com ureia, na proporção de 100 kg de Ureia ha⁻¹ em todas as subparcelas experimentais. A adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes no período chuvoso, logo após o primeiro, segundo e terceiro cortes realizados, tanto no período de implantação (2018-2019) quanto de manutenção do pasto (2019-2020).

A cinza vegetal foi adquirida de indústria do município de Rondonópolis, MT, proveniente da queima da biomassa de *Eucalyptus* sp. utilizada para secagem e beneficiamento de produtos agrícolas.

Com base na composição química da cinza (Tabela 1) foram estimadas as quantidades de nutrientes aplicadas ao solo de acordo com a dose de cinza avaliada (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade aplicada de nutrientes (kg ha⁻¹) estimada com base na dose (t ha⁻¹) e composição química da cinza vegetal utilizada no experimento com pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás

Nutriente	Doses de cinza (t ha ⁻¹)			
	8	16	24	32
	kg ha ⁻¹			
N	39,2	78,4	117,6	156,8
P ₂ O ₅	63,2	126,4	189,6	252,8
K ₂ O	260,0	520,0	780,0	1040,0
Zn	1,6	3,2	4,8	6,4
Cu	0,8	1,6	2,4	3,2
Mn	3,2	6,4	9,6	12,8
B	3,2	6,4	9,6	12,8
Ca	396,8	793,6	1190,4	1587,2
S-SO ₄	48,0	96,0	144,0	192,0
Mg	336,0	672,0	1008,0	1344,0
Fe	57,6	115,2	172,8	230,4
CaO	728,0	1456,0	2184,0	2912,0
MgO	520,0	1040,0	1560,0	2080,0

O início do período de manutenção da pastagem (2019-2020) se deu em dezembro de 2019. Nesse mesmo mês as doses de cinza foram reaplicadas e foram repetidos os procedimentos de incorporação ao solo, nas mesmas parcelas do período de implantação (2018-2019). Antes da reaplicação da cinza

foram coletadas amostras de solo, em cada parcela experimental e em duas profundidades (0-0,20 a 0,20 a 0,40 m), para análises de pH.

Após a reaplicação da cinza, repetiu-se o período de 30 dias para reação da cinza com o solo. Em janeiro de 2020 foi realizado o primeiro corte da forragem, também de um total de três cortes, em intervalos de 30 dias entre cada um.

No período de manutenção da pastagem não houve ressemeadura. A hipótese era a de que haveria reestabelecimento da cultura a partir das estruturas propagativas das plantas, como os rizomas e sementes apomíticas produzidas durante o período de descanso entre o final da fase de implantação e início da manutenção. No entanto, nas parcelas onde a cinza foi incorporada ao solo, com gradagem leve, não houve rebrota e/ou germinação satisfatória, apenas pequenas touceiras isoladas nas parcelas (Figura 4). Isso inviabilizou a avaliação do pasto nessas parcelas. Isso pode ter ocorrido devido ao dano mecânico da gradagem realizada, associado ao baixo poder germinativo das sementes provenientes da apomixia (Alcântara & Bufarah, 1999).

Assim, para o período de manutenção, foi considerado apenas um fator, isto é, as doses de cinza na forma de aplicação não incorporada ao solo, para a coleta de dados referentes às plantas. Em contrapartida, as características químicas e físicas do solo foram avaliadas em todas as parcelas, considerando os dois fatores (doses de formas de aplicação da cinza), (Figura 5 A) parcela sem gradagem e com gradagem (Figura 5 B).



Figura 5. Pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás 30 dias após a manutenção de cinza vegetal aplicada de forma não incorporada (A) e incorporada ao solo (B) na área experimental. Rondonópolis - MT

3.4. Variáveis resposta

3.4.1 Atributos químicos do solo

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a EMBRAPA (2017). O solo foi coletado com trado holandês na profundidade de 0 – 0,2 m em três pontos por parcela, para composição de uma amostra composta por parcela.

Foram realizadas as análises de:

pH do solo: leitura utilizando solução de CaCl_2 a 0,01 mol, com auxílio de pHmetro;

Matéria orgânica total do solo: titulação realizada pelo método de Walkley-Black;

Teores de P e K: utilizando HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N como extrator; Ca, Mg e Al: extração com KCl 1 M;

Hidrogênio + alumínio (H+Al): com solução tampão – SMP a pH 7,5 como extrator.

Com exceção do pH do solo, todas as outras análises foram realizadas duas vezes, isto é, 90 dias após a aplicação dos tratamentos e após o último corte da forragem (150 dias após a aplicação dos tratamentos), no período de implantação. Foram coletadas três amostras de solo em cada subparcela, obtendo-se uma amostra composta de aproximadamente 0,5 kg a nível de subparcela experimental.

No caso do pH do solo, essa variável foi avaliada em duas profundidades (0-0,20 e 0,20-0,40 m) 30 dias após a aplicação da cinza, e por ocasião de cada corte, isto é, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

Na manutenção do pasto, esses procedimentos foram repetidos. No entanto, como não houve ressemeadura, a primeira avaliação da química do solo foi realizada 30 dias após a reaplicação da cinza, por ocasião do primeiro corte das plantas, e no último corte. Já o pH foi avaliado, também, antes da reaplicação da cinza e em cada corte realizado, nas duas profundidades mencionadas.

3.4.2 Variáveis biométricas e produtivas do pasto

Aos 60 dias após a semeadura foi realizado o primeiro corte das plantas. Em cada avaliação foram obtidas três amostras por subparcela: uma a 15 cm de altura residual, em uma área de 0,25 m²; outra a 5 cm de altura, também em 0,25 m² (Figura 6); e outra a 5 cm, porém em uma área menor, 0,09 m². As amostras coletadas foram delimitadas com duas molduras metálicas (1,00 x 0,25 m e 0,30 x 0,30 m), posicionadas em pontos representativos da condição geral do pasto.

A amostra coletada a 15 cm (0,25 m²) do solo foi utilizada para estimar a produtividade de forragem, em termos de massa seca (t MS ha⁻¹); a amostra de 5 cm (0,25 m²) foi utilizada para separação morfológica (lâminas foliares +1 e +2; demais lâminas foliares; e colmos+bainha) e contagem de perfilhos basais, assim como para determinação da relação folha/colmo; e a amostra coletada a 5 cm (0,03 m²) foi utilizada para avaliação da área foliar e produção de folhas senescentes. Duas estacas marcadas a até de 15 cm de altura foram colocadas de cada lado do retângulo para auxiliar na altura correta para o corte da forragem, conforme descrito por Bonfim Silva & Monteiro (2007) (Figura 7).

No ano de manutenção da pastagem o primeiro corte aconteceu 30 dias após a reaplicação da cinza vegetal. A parte aérea coletada das plantas foi levada ao laboratório, onde seguiram-se todas as avaliações.

As folhas diagnósticas separadas são as duas lâminas foliares recém expandidas (LR) consideradas lâminas foliares mais jovens totalmente expandidas, com lígula visível (MANARIM & MONTEIRO, 2002), do ápice para a base das plantas, foram utilizadas para fins de diagnosticar o estado nutricional da planta na ocasião do primeiro, segundo e terceiro cortes) ABREU & MONTEIRO (1999).

As folhas foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e levados à estufa para secagem à 55 °C, por 72 horas ou até massa constante (Silva e Queiroz, 2002), posteriormente esse material foi pesado em balança semianalítica para obtenção da massa seca de folhas e colmos.

Após a secagem e pesagem, as amostras das folhas diagnosticas foram moídas em moinho tipo Willey, com peneiras de diâmetro de 1 mm e foram submetidas à análise de determinação de nitrogênio total que posteriormente

analisado foi determinado o valor de proteína bruta composta nas amostras moídas (segundo o método de Kjeldahl, descrito por Malavolta et al. (1997).



Figura 6. Retângulo e estacas posicionados para Corte das plantas da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás a 5 cm de altura do solo da área experimental. Rondonópolis - MT

Altura do pasto (cm): A altura foi medida com o auxílio de uma régua graduada, sendo definida em centímetros, entre a superfície do solo e a ponta da folha mais alta aos 60, 90 e 120 DAS, tomando-se a média de seis medições por subparcela.

Número de lâminas foliares: Foi estimado a partir da biomassa cortada a 5 cm de altura do solo na área do quadrado de 0,25 m².

Número de perfilhos: por meio da contagem de perfilho da área amostrada;

Índice de área foliar (IAF): Com auxílio de um quadrado de 30 cm x 30 cm (900 cm²), foi feita a coleta em um ponto representativo de cada subparcela e o material coletado foi levado ao laboratório para separação manual das lâminas foliares completamente expandidas, isto é, com a presença da lígula aberta. As lâminas foram destacadas de cada perfilho e escaneadas no aparelho integrador de área foliar modelo LI-3100C LI-COR (Figura 8 A e B). O IAF foi determinado pela razão entre a área de uma das faces das folhas e a área de solo amostrada;

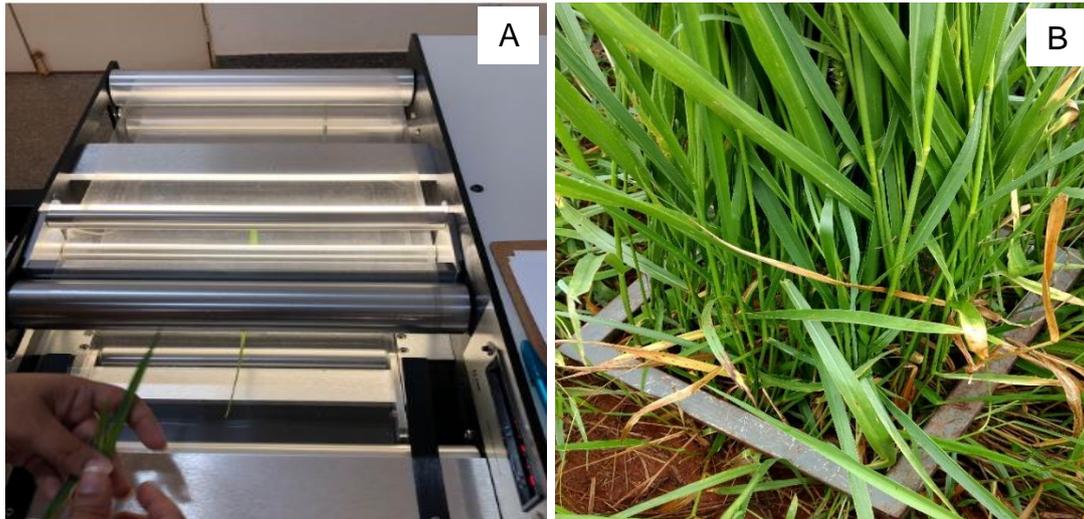


Figura 7. LI-3100C medidor de área foliar (A), e (B), Quadrado posicionado para o corte das plantas de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT

Leitura SPAD (Soil Plant Analysis Development): A estimativa da concentração de clorofila foi realizada através do equipamento " Minolta SPAD-502". Utilizando uma lâmina de folha nas folhas diagnósticas recém expandidas, +1 e +2 (BONFIM-SILVA; MONTEIRO, 2010), de modo a evitar as nervuras das folhas e de forma que as mesmas estivessem sob condições adequadas de intensidade luminosa.

Foram avaliadas seis plantas por subparcela totalizando seis lâminas recém expandidas avaliadas a partir do espectro de emissão de luz onde os picos de absorção de luz pela clorofila são máximos e não são afetados por outros pigmentos, assim a luz transmitida pela folha avaliada é convertida em sinais elétricos e estes, em sinais digitais microprocessados em unidade SPAD (MINOLTA CAMERA CO, 1989).

Massa de Colmos e de Folhas: A massa de colmos e de folhas foram obtidas após feita a separação do material vegetal fresco cortado com auxílio do retângulo descrito acima a ocasião de cada corte, e então foram pesadas em balança semianalítica. Após a pesagem dos materiais vegetais frescos, os mesmos foram colocados em sacos de papel identificados e levados à estufa de ventilação forçada a 65° C, por 72 horas, Em seguida, as amostras foram pesadas novamente para a determinação da massa seca.

Relação folha/colmo: A relação folha/colmo foi obtida por meio da razão entre a produção das folhas e a produção de colmos+bainha de cada unidade experimental.

Produção de massa seca (kg de MS ha⁻¹): Para determinação da produção de matéria seca (PMS) outra área de 0,25 m² foi amostrada e as plantas foram coletadas a 15 cm de altura do solo em uma parte representativa de cada subparcela e embaladas em sacos plásticos para condução ao laboratório, posteriormente conduzida à estufa com ventilação forçada de ar a temperatura de 65° C por 72 horas para secagem, e posterior determinação da produção de MS por hectare.

Massa seca de raízes (t ha⁻¹): As raízes foram amostradas em junho de 2019 pelo método do monólito. Para isso, foi utilizado um coletor mecânico de colunas de solo (Venzon, 2018), o qual funciona acoplado a um trator e é acionado através do sistema hidráulico. Foi feita a retirada de 40 monólitos, ou seja, um por subparcela, após a coleta dos monólitos, foram colocados em sacos de plástico e levados ao laboratório para lavagem e separação das raízes. Cada monólito media aproximadamente 23,33 ± 1,07 cm de diâmetro por 22,50 ± 1,31 cm de altura (profundidade).

Os monólitos foram destorroados cuidadosamente e fez-se previamente à lavagem, para facilitar a remoção das raízes. O solo foi lavado em água corrente, em peneira de 2 mm. As raízes retidas na peneira foram colocadas em sacos de papel e levados para estufa a 65 °C por um tempo de 48 horas, posteriormente pesados em balança semianalítica para obter a massa em g de raiz por subparcela, com posterior estimativa em t ha⁻¹, considerando as dimensões dos monólitos (Figura 9).



Figura 8. Monólitos coletados para amostragem de raízes de plantas *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT

Após cada avaliação foi feito um corte de uniformização na área total do experimento, a 15 cm de altura residual (altura de corte recomendada para *Urochloa brizantha*). A uniformização foi realizada com auxílio de roçadeira hidráulica acoplada ao trator (Figura 10). O material cortado pela roçadeira foi mantido sobre o solo por três dias, para desidratação, e depois removido da área experimental utilizando-se rastelos. Em seguida foi feita a aplicação a lanço, da parcela referente á adubação nitrogenada.



Figura 9. Uniformização de plantas da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás da área experimental. Rondonópolis - MT

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). No caso de efeitos isolados, o fator quantitativo (doses de cinza vegetal) foi analisado por meio de regressão, e o fator qualitativo (forma de aplicação) por meio da análise de variância pelo teste de F. Para o período de manutenção da pastagem foi considerado apenas o fator doses de cinza vegetal. No caso de interação entre os fatores, na manutenção, foi realizado o desdobramento do fator quantitativo (doses de cinza vegetal) dentro de cada forma de aplicação por meio de regressão, e as formas de aplicação de cinza vegetal em cada dose foram comparadas pelo teste F.

Foram realizadas análises de correlação simples de Pearson entre as variáveis biométricas e produtivas do pasto, com auxílio do software Sigma Plot v.14. Todos os resultados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos do solo

pH do solo

Aos 30 dias após a aplicação da cinza vegetal, foi realizada a análise do pH do solo, em que houve interação entre as doses de cinza vegetal aplicadas ($t\ ha^{-1}$) e a forma de aplicação, em que as parcelas com incorporação da cinza vegetal apresentaram um crescimento linear do pH do solo, e que a dose de $32\ t\ ha^{-1}$ foi a que proporcionou o maior pH (6,6), enquanto na forma de aplicação não incorporada, adequou-se ao modelo exponencial, em que o pH do solo tendeu a aumentar e depois se manteve estável, o que pode estar relacionado com o tempo de reação da cinza vegetal com o solo quando não é aplicada de forma incorporada (Figura 11).

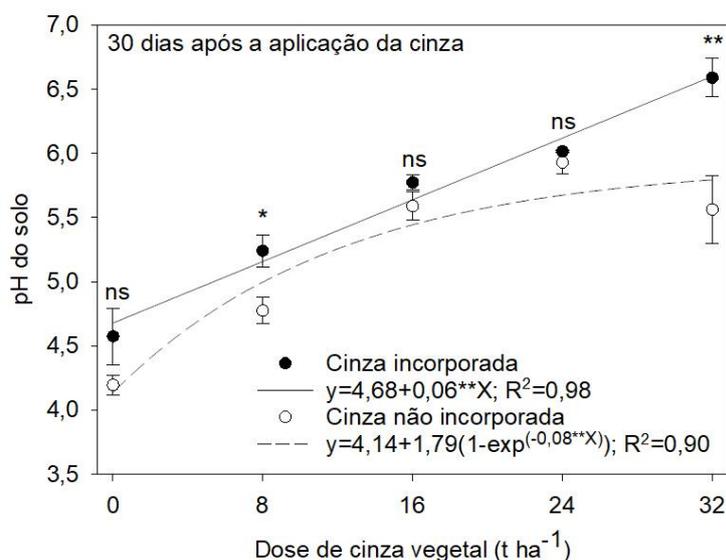


Figura 10. Interação dose de cinza vegetal e a forma de aplicação (incorporada e não incorporada ao solo) para o pH ($CaCl_2$) do solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, na camada de 0-20 cm de solo, após 30 dias da aplicação. **1%, *5% e ns não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza na mesma dose. As barras verticais são erro padrão da média.

O aumento do pH do solo pode ser atribuído ao cálcio que se encontra na cinza vegetal na forma de óxido de cálcio e magnésio que entra em reação com gás carbônico presente no solo para formar carbonatos e ao entrar em contato com água, acontece a dissociação dos íons, a fim de liberar íons hidróxidos que irão atuar diretamente na reação de neutralização da acidez do solo e insolubilizar o alumínio na forma de hidróxido (Van Raij, 2011).

Em estudo realizado por Piekarczyk et al. (2017), com uso de doses de cinzas de cevadas e de biomassas para determinar alterações causadas no pH de um Luvissole, os autores observaram que a cinza vegetal tem um efeito imediato no aumento do pH da primeira camada do Luvissole, em comparação com o tratamento controle (pH 6,6) a aplicação de cinzas secas na dose de 5,38 t ha⁻¹ proporcionou um aumento no valor do pH do solo de 7,7 para doses de cinza derivada de cevada e 7,8 para biomassas. Esse aumento acontece geralmente devido as cinzas possuírem características alcalinas e serem capazes de proporcionar reações de neutralização (Demeyer et al., 2001), que corroboram os valores observados neste estudo, em que a maior dose de cinza vegetal aplicada em 30 dias proporcionou um aumento de 1,92 unidades no pH do solo.

Dados documentados por Bonfim-Silva et al. (2018), na avaliação do desenvolvimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Panicum maximum* cv. Massai em resposta a doses de cinza (0, 8, 16, 24 e 32 g dm⁻³) em Latossolo vermelho verificaram que a cinza vegetal atuou como corretivo do pH do solo, sendo que as doses entre 20,37 e 25,78 g dm⁻³ foram responsáveis pelos melhores resultados para as características produtivas e estruturais das gramíneas que corroboram os resultados observados neste estudo em que doses próximas a essas citadas pelos autores foram as doses que proporcionaram melhores respostas para as características morfogênicas das plantas de *Urochloa brizantha*, cv. Paiaguás.

Nas análises de pH do solo realizadas por ocasião de cada corte das plantas, foi constatado o poder de neutralização da cinza vegetal, em que de maneira geral a cinza vegetal proporcionou aumento linear no pH do solo, onde somente no primeiro corte, houve efeito isolado para as doses de cinza vegetal (t ha⁻¹) e a forma de aplicação, em que o maior pH do solo (6,24) foi observado na maior dose de cinza aplicada 32 t ha⁻¹, e a forma incorporada proporcionou

um pH de (5,43), enquanto a não incorporada (5,18) respectivamente,(figura 12 A e B) já para o segundo e terceiro cortes os dados seguiram o mesmo modelo do primeiro corte tanto para a camada de 0-20 cm quanto para 20-40cm de profundidade, porém com uma redução no pH do solo no terceiro corte em que o maior valor foi de 5,45 (figura 12 E e F), valor inferior ao valor de 6,24 no primeiro corte e 6,44 no segundo corte (figura 12 C e D).

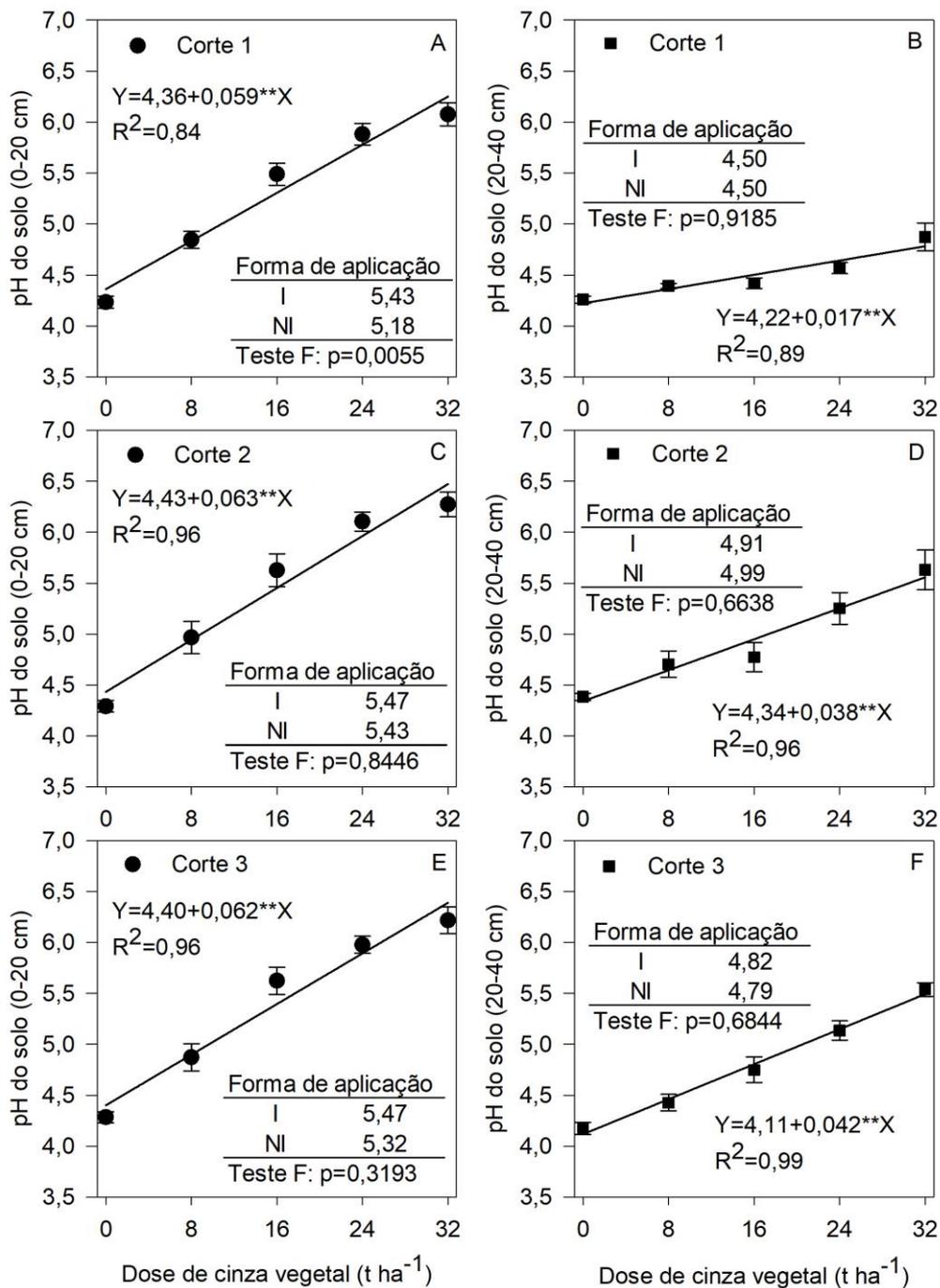


Figura 11. pH do solo (CaCl_2), em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal,

incorporada (I) e não incorporada (NI) ao solo, em três cortes, corte 1 (A e B), corte 2 (C e D) e corte 3 (E e F).

No ano de manutenção da pastagem com capim Paiaguás foi feita a análise de pH do solo em quatro ocasiões em que foi feita antes da reaplicação da cinza vegetal no campo experimental em que os dados se comportaram em modelos lineares crescentes e que as doses de cinza de (32 t ha⁻¹) proporcionaram maiores valores de pH (5,9) (0-20 cm) e (4,87) 20-40 cm (Figura 13 A). Assim, enquanto para o primeiro corte (30 dias após a manutenção de cinza vegetal) o pH teve um incremento de 15,76% em relação ao pH antes da aplicação de cinza vegetal na profundidade de 0-20 cm e para (20-40 cm) o incremento foi de 16,42% (Figura 13 B).

No entanto, para o segundo corte os valores de pH nas profundidades de (0-20 cm) foram 6,1 e 5,6 20-40 cm (Figura 13 C). No terceiro e último corte do período de manutenção, os valores de pH de (6,76) nas profundidades de 0-20 cm e 5,92 na profundidade de 20-40 cm, incrementos de 14,57% em relação ao pH do solo observado antes da aplicação da cinza vegetal nessa mesma profundidade e um incremento de 21,56% nas profundidades de 20-40 cm (Figura 13 D).

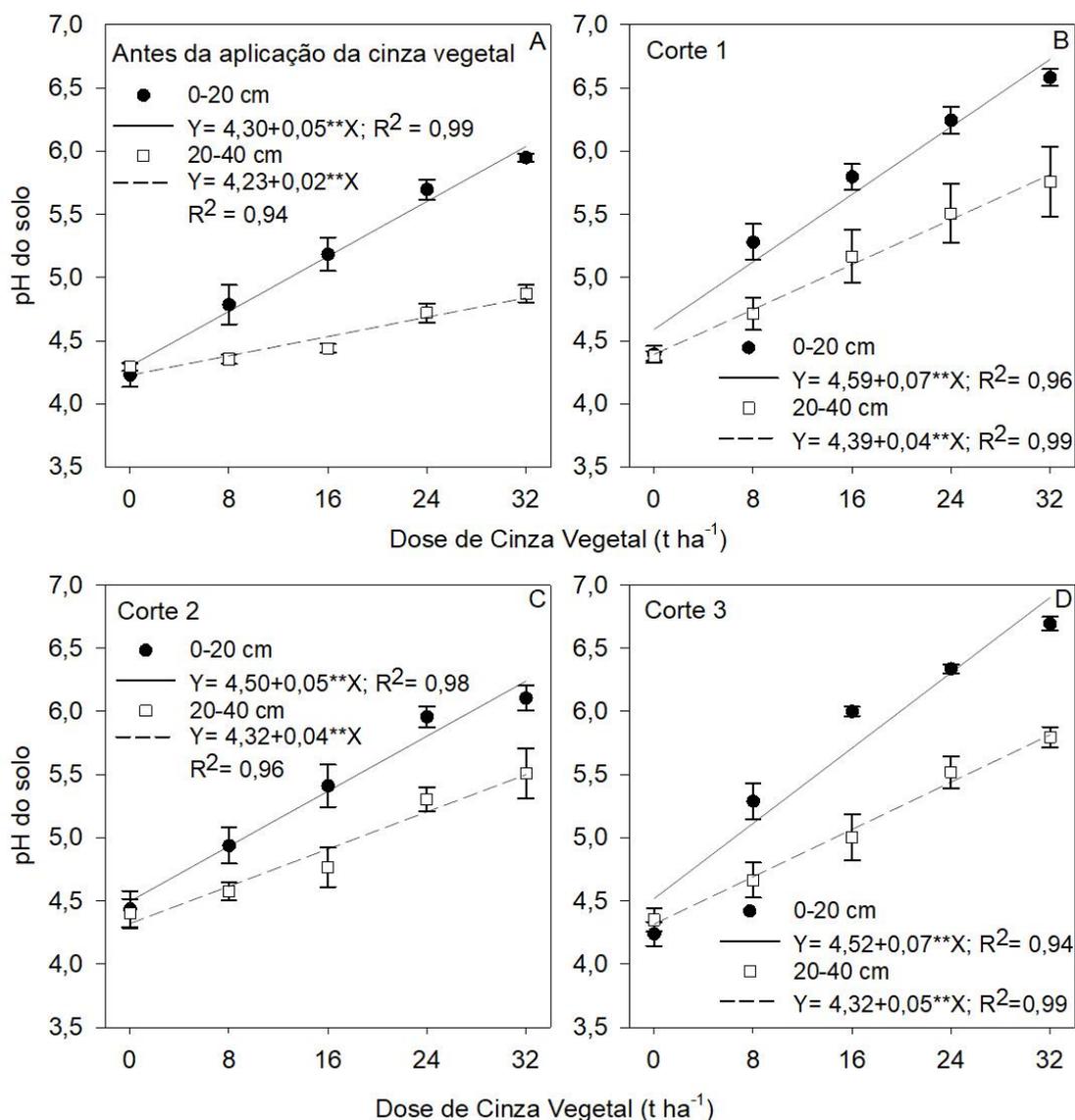


Figura 12. pH do solo (CaCl₂), em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal, em quatro ocasiões, antes da cinza vegetal (A), corte 1 (B), corte 2 (C), e corte 3 (D).

Houve diferenças significativas entre as formas de aplicação da cinza vegetal aplicadas no primeiro corte profundidade 20-40 cm, no segundo corte 0-20 e 20-40 cm e no terceiro corte na profundidade de 0-20 cm (Tabela 3).

Tabela 3. pH do solo (CaCl₂), em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm, cultivado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubada com cinza vegetal no ano

de manutenção em quatro ocasiões, antes da aplicação de cinza vegetal, no 1º, 2º e 3º cortes

*Manejo de aplicação	pH do solo							
	Antes da cinza		1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	§0-20	§20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
I	5,31	4,52	5,70	5,22	5,60	5,07	5,77	5,12
NI	5,03	4,55	5,62	4,99	5,14	4,75	5,66	5,01
†EP	0,11	0,04	0,13	0,12	0,11	0,09	0,14	0,10
‡p-valor	0,116	0,729	0,462	0,017	0,025	0,004	0,046	0,268

I= Incorporada ao solo; NI= Não Incorporada ao solo

O pH ou reação do solo é considerado um parâmetro de maior importância na dinâmica dos nutrientes no solo, pois pode influenciar a disponibilidade e absorção de nutrientes, bem como a atividade das comunidades microbianas (Lauber et al., 2009), sendo que para a maioria das culturas, o pH ótimo para o desenvolvimento das plantas e que proporciona uma boa disponibilidade de nutrientes como: P, K, Ca e Mg é de 5,5 a 6,5 (Silva et al., 2016), o que está de acordo com os valores de pH observados neste estudo, em que a partir da dose 16 t ha⁻¹, o valor de pH atinge a faixa ideal, o que foi possível verificar nos dados apresentados neste estudo onde as doses entre 16 a 24 t ha⁻¹ foram considerados as melhores doses de cinza aplicadas para o desenvolvimento da forragem.

Estudos realizados por Huotari et al. (2011), comprovaram efeitos positivos no aumento do pH do solo, e destacam que quanto mais ácido é o solo, maior é o poder da cinza de corrigi-lo, e que a partir de (6 t ha⁻¹) de cinza de biomassa aplicada, há a elevação do pH em até 1,5 unidades, assim para Kikamägi e Ots (2010); Kikamägi et al. (2013, 2014), a aplicação de (24 t ha⁻¹) de cinza de madeira proporcionou aumento de 2,5 unidades de pH do solo. Esses autores enfatizam o poder de correção de acidez do solo da cinza além de possuir um efeito residual comprovado por Hytönen e Aro (2012).

Tabela 4. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico camada de 0 -20 cm na ocasião do primeiro corte de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás no ano de implantação do pasto, 2019

Dose cinza	FA	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca cmolc dm ⁻³	Mg cmolc dm ⁻³	Al cmolc dm ⁻³	H+Al cmolc dm ⁻³
0	I	14,5 ± 10,6*	122,0 ± 31,1	0,2 ± 0,06	0,2 ± 0,03	0,90 ± 0,15	6,0 ± 0,44
0	NI	8,9 ± 5,2	152,7 ± 60,8	0,2 ± 0,06	0,1 ± 0,03	1,27 ± 0,09	7,0 ± 0,42
8	I	45,5 ± 9,1	803,3 ± 133,8	1,1 ± 0,20	0,9 ± 0,12	0,00 ± 0	2,7 ± 0,24
8	NI	18,6 ± 10,0	302,0 ± 30,0	0,5 ± 0,12	0,4 ± 0,15	0,43 ± 0,22	4,9 ± 0,67
16	I	151,2 ± 54,4	1203,3 ± 135,4	2,0 ± 0,37	1,9 ± 0,21	0,00 ± 0	1,6 ± 0,32
16	NI	62,3 ± 25,4	763,3 ± 43,3	1,6 ± 0,35	1,7 ± 0,38	0,00 ± 0	2,3 ± 0,61
24	I	138,5 ± 5,6	1206,7 ± 18,6	1,8 ± 0,15	1,9 ± 0,06	0,00 ± 0	1,5 ± 0,03
24	NI	119,8 ± 21,7	1196,7 ± 46,7	1,7 ± 0,26	1,7 ± 0,30	0,00 ± 0	1,9 ± 0,24
32	I	370,5 ± 127,5	1410,0 ± 591,5	2,2 ± 0,32	1,9 ± 0,21	0,00 ± 0	1,1 ± 0,33
32	NI	76,4 ± 51,6	1023,3 ± 182,2	1,1 ± 0,20	1,2 ± 0,38	0,00 ± 0	2,9 ± 0,75
		MO g kg ⁻¹	SB cmolc dm ⁻³	CTC _{pH7} cmolc dm ⁻³	V %	M %	Ca/Mg
0	I	22,9 ± 1,36	0,7 ± 0,12	6,7 ± 0,38	10,2 ± 2,4	56,97 ± 8,9	1,3 ± 0,44
0	NI	20,0 ± 1,27	0,7 ± 0,09	7,7 ± 0,35	9,6 ± 1,5	63,63 ± 3,6	1,5 ± 0,29
8	I	21,9 ± 3,16	4,0 ± 0,29	6,8 ± 0,35	59,5 ± 2,8	0,00 ± 0,0	1,2 ± 0,08
8	NI	22,8 ± 2,46	1,7 ± 0,33	6,6 ± 0,41	26,0 ± 6,7	21,77 ± 10,9	1,2 ± 0,17
16	I	19,7 ± 1,07	7,0 ± 0,90	8,6 ± 0,59	81,0 ± 5,4	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,09
16	NI	20,1 ± 0,88	5,2 ± 0,79	7,5 ± 0,44	69,0 ± 9,0	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,09
24	I	20,0 ± 1,01	6,8 ± 0,17	8,2 ± 0,19	82,2 ± 0,3	0,00 ± 0,0	0,9 ± 0,07
24	NI	20,3 ± 1,30	6,4 ± 0,69	8,3 ± 0,45	77,2 ± 3,9	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,06
32	I	22,4 ± 1,09	7,7 ± 2,05	8,7 ± 1,75	85,4 ± 6,6	0,00 ± 0,0	1,1 ± 0,06
32	NI	21,5 ± 0,27	5,0 ± 0,98	7,8 ± 0,27	62,4 ± 10,9	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,15

Tabela 5. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) na ocasião do primeiro corte das plantas após a aplicação de cinza vegetal no ano de manutenção do pasto, 2020

Dose cinza	FA	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca cmolc dm ⁻³	Mg cmolc dm ⁻³	Al cmolc dm ⁻³	H+Al cmolc dm ⁻³
0	I	7,1 ± 1,3*	100,3 ± 39,9	0,47 ± 0,15	0,47 ± 0,15	0,93 ± 0,17	5,07 ± 0,45
0	NI	8,2 ± 2,1	97,0 ± 34,0	0,53 ± 0,23	0,50 ± 0,25	0,90 ± 0,36	5,85 ± 1,03
8	I	24,4 ± 2,3	414,0 ± 9,0	1,37 ± 0,22	1,43 ± 0,23	0,00 ± 0	2,7 ± 0,31
8	NI	23,4 ± 9,7	368,3 ± 54,0	0,97 ± 0,27	1,00 ± 0,30	0,1 ± 0,1	3,23 ± 0,55
16	I	49,1 ± 8,1	768,3 ± 138,8	1,80 ± 0,06	1,87 ± 0,07	0,00 ± 0	1,97 ± 0,19
16	NI	31,5 ± 9,2	1046,0 ± 270,8	1,20 ± 0,21	1,27 ± 0,19	0,00 ± 0	2,4 ± 0,46
24	I	192,4 ± 65,0	2058,3 ± 926,5	2,07 ± 0,09	2,17 ± 0,13	0,00 ± 0	1,27 ± 0,19
24	NI	127,7 ± 80,4	2307,3 ± 772,3	1,60 ± 0,30	1,63 ± 0,32	0,00 ± 0	1,53 ± 0,38
32	I	197,6 ± 63,1	2215,7 ± 1067,0	2,0 ± 0,35	2,07 ± 0,38	0,00 ± 0	1,27 ± 0,23
32	NI	266,4 ± 20,5	3055,0 ± 661,6	1,57 ± 0,32	1,60 ± 0,35	0,00 ± 0	1,07 ± 0,12
		MO g kg ⁻¹	SB cmolc dm ⁻³	CTC _{pH7} cmolc dm ⁻³	V %	M %	Ca/Mg
0	I	17,1 ± 0,97	1,2 ± 0,39	6,3 ± 0,13	19,1 ± 6,5	46,8 ± 12,7	1,0 ± 0,00
0	NI	15,1 ± 0,10	1,3 ± 0,57	7,1 ± 0,57	19,1 ± 9,6	44,9 ± 18,6	1,2 ± 0,17
8	I	15,1 ± 0,66	3,9 ± 0,44	6,6 ± 0,14	58,6 ± 5,4	0,00 ± 0,0	0,9 ± 0,03
8	NI	16,0 ± 1,15	2,9 ± 0,58	6,1 ± 0,08	47,2 ± 9,1	4,2 ± 4,2	1,0 ± 0,03
16	I	15,1 ± 1,19	5,6 ± 0,38	7,6 ± 0,38	74,1 ± 2,6	0,00 ± 0,0	0,9 ± 0,03
16	NI	15,1 ± 0,69	5,1 ± 1,07	7,5 ± 0,76	66,9 ± 8,7	0,00 ± 0,0	0,9 ± 0,03
24	I	14,5 ± 0,19	9,5 ± 2,15	10,8 ± 1,97	86,9 ± 3,7	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,03
24	NI	15,4 ± 0,58	9,1 ± 2,33	10,7 ± 1,97	83,5 ± 6,0	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,03
32	I	13,3 ± 0,32	9,7 ± 2,00	11 ± 1,81	87,4 ± 3,6	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,00
32	NI	15,3 ± 1,38	11 ± 1,39	12 ± 1,33	90,9 ± 1,6	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,00

Tabela 6. Análises químicas do Latossolo Vermelho distrófico (camada de 0 - 0,20 m) na ocasião do terceiro corte da planta após a aplicação da cinza vegetal no ano de manutenção do pasto, 2020

Dose cinza	FA	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
		mg/dm ³			cmolc dm ⁻³		
0	I	9,6 ± 1,9	77,7 ± 17,9	0,47 ± 0,09	0,43 ± 0,09	0,93 ± 0,09	5,47 ± 0,09
0	NI	11 ± 4,1	80,3 ± 27,0	0,67 ± 0,27	0,57 ± 0,32	0,63 ± 0,29	5,63 ± 1,03
8	I	88,8 ± 50,9	595,7 ± 81,2	1,77 ± 0,09	1,83 ± 0,07	0,00 ± 0	1,97 ± 0,20
8	NI	22,0 ± 11,8	502,3 ± 156,3	1,00 ± 0,25	0,97 ± 0,27	0,13 ± 0,09	3,30 ± 0,59
16	I	229,1 ± 2,1	992,7 ± 58,1	2,23 ± 0,03	2,23 ± 0,09	0,00 ± 0	1,37 ± 0,03
16	NI	55,7 ± 11,6	812 ± 55,7	1,57 ± 0,33	1,57 ± 0,29	0,00 ± 0	2,00 ± 0,36
24	I	294,8 ± 51,2	1303 ± 252,3	2,33 ± 0,22	2,37 ± 0,23	0,00 ± 0	1,20 ± 0,25
24	NI	190,2 ± 72,6	966 ± 116,7	1,70 ± 0,26	1,63 ± 0,29	0,00 ± 0	1,63 ± 0,32
32	I	497,2 ± 99,9	1001,7 ± 510,8	3,07 ± 0,50	3,10 ± 0,46	0,00 ± 0	0,83 ± 0,09
32	NI	115,1 ± 55,3	1368,3 ± 270,2	1,57 ± 0,19	1,53 ± 0,18	0,00 ± 0	1,53 ± 0,12
		MO	SB	CTC _{pH7}	V	M	Ca/Mg
		g kg ⁻¹	cmolc dm ⁻³		%		
0	I	16,8 ± 1,13	1,1 ± 0,21	6,6 ± 0,26	16,6 ± 2,5	46,7 ± 6,8	1,1 ± 0,07
0	NI	18,3 ± 0,52	1,4 ± 0,65	7,1 ± 0,38	21,4 ± 10,9	36,4 ± 16,6	1,4 ± 0,30
8	I	16,3 ± 0,73	5,1 ± 0,26	7,1 ± 0,17	72,2 ± 2,8	0,00 ± 0,0	0,9 ± 0,03
8	NI	16,8 ± 1,58	3,3 ± 0,91	6,6 ± 0,43	48,5 ± 10,6	5,1 ± 3,2	1,0 ± 0,03
16	I	15,4 ± 1,01	7,0 ± 0,13	8,4 ± 0,10	83,7 ± 0,5	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,00
16	NI	14,8 ± 0,07	5,2 ± 0,76	7,2 ± 0,47	71,6 ± 6,2	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,03
24	I	16,1 ± 0,26	8,0 ± 1,05	9,2 ± 0,81	86,3 ± 4,2	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,00
24	NI	16,8 ± 1,90	5,8 ± 0,33	7,4 ± 0,18	78,1 ± 4,3	0,00 ± 0,0	1,1 ± 0,03
32	I	15,7 ± 1,48	8,7 ± 0,96	9,6 ± 0,92	91,1 ± 1,6	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,03
32	NI	16,3 ± 1,13	6,6 ± 0,51	8,1 ± 0,40	80,9 ± 2,4	0,00 ± 0,0	1,0 ± 0,03

*Média de três repetições ± erro padrão.

FA = forma de aplicação da cinza (Incorporada, I e não incorporada, NI); P= Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; CTC = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; M.O = Matéria orgânica; SB=Soma de bases; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

Matéria orgânica total do solo: titulação realizada pelo método de Walkley-Black; **teores de P e K**, utilizando HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N como extrator; **Ca, Mg e Al**, extraído com KCl 1 M; e hidrogênio + alumínio (**H+Al**), tendo a solução tampão – SMP a pH 7,5 como extrator.

Após os dois anos de cultivo do pasto com aplicação de cinza, foi verificado aumento em pH do solo, tabela 5 além de uma redução na concentração de Al³⁺, aumento na concentração de macro, micronutrientes e na saturação por bases devido a capacidade da cinza vegetal de fornecer Ca e Mg tabela 5 e 6. Deste modo os resultados observados neste estudo corroboram os

dados apresentados por Poozesh et al. (2010), em que melhorias geradas nas propriedades químicas do solo podem levar a aumentos substanciais no rendimento do pasto.

Tamanho medio dos agregados

Para o tamanho médio dos agregados (mm), com base no diâmetro médio ponderado (DMP) com peneiramento a seco (s) e úmido (u), e índice de estabilidade de agregados (IEA; %) do solo na implantação da *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás adubada com doses e manejos de aplicação de cinza vegetal – incorporada (I) e não incorporada ao solo (NI), houve interação somente para o DMPu em que a dose de (24 t ha⁻¹) de forma não incorporada proporcionou o maior diâmetro com peneiramento úmido e em que pode ser visualizados o desdobramento dentro das doses de cinza vegetal aplicadas na Tabela 7. Enquanto para o DMPs e IEA tiveram um comportamento linear crescente em que foram observados os maiores valores (3,49 mm) e (75,50%) nas doses de 32 t ha⁻¹.

Em geral os dados relacionados a distribuição de tamanho de agregado do solo mostraram que a sua estrutura foi afetada de forma positiva pelas doses de cinza vegetal aplicadas desde já no ano de implantação do experimento.

Os efeitos da cinza de madeira na agregação do solo tendem a ser mais positivo quando é considerado um periodo de tres anos de uso (Arshad et al., 2012) em que foi observado diametro medio úmido de tratamentos adubados com dose de 4,5 t ha⁻¹ de cinza vegetal (1,68 mm)> cal (1,50 mm)> controle (1,26 mm).O aumento da agregação pode ser atribuído principalmente ao cálcio adicionado no solo a partir da cinza vegetal utilizada (Ernani et al., 2002).

Tabela 7. Tamanho médio dos agregados (mm), com base no diâmetro médio ponderado (DMP) com peneiramento a seco (s) e úmido (u), e índice de estabilidade de agregados (IEA; %) de um Latossolo Vermelho na implantação de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás adubada com doses e manejos de aplicação de cinza vegetal – incorporada (I) e não incorporada ao solo (NI), 225 dias após a aplicação da cinza

Manejo de Aplicação	Dose de cinza vegetal (t ha ⁻¹)					DP	Efeito	
	0	8	16	24	32		L	Q
DMPs (mm)								
Incorporada	2,64	3,19	3,36	3,54	3,56	0,56	**	ns
Não incorporada	2,74	2,76	3,16	3,31	3,41	0,44	**	ns
Média	2,69	2,97	3,26	3,43	3,49	0,40	**	ns
DMPu (mm)								
Incorporada	2,14 b	2,54 a	2,40 a	2,34 b	2,71 a	0,27	**	ns
Não incorporada	2,50 a	2,46 a	2,34 a	2,74 a	2,44 a	0,22	ns	ns
Média	2,32	2,50	2,37	2,54	2,58	0,17	*	ns
IEA (%)								
Incorporada	81,57	80,64	72,29	67,18	77,75	12,13	ns	ns
Não incorporada	91,57	89,54	76,08	83,56	73,26	13,33	*	ns
Média	86,57	85,09	74,18	75,37	75,50	9,23	**	ns

L=efeito linear; Q=efeito quadrático; **p<0,01; *p<0,05; ns=não significativo. DP=desvio padrão. Médias seguidas por letras distintas na coluna, em cada variável, diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

4.3 Morfologia das plantas e qualidade da forragem

Altura do pasto de *Urochloa brizantha*

No ano de implantação do pasto houve diferença significativa para as doses de cinza vegetal aplicada no primeiro corte em que a maior altura (64,61 cm) foi observada na dose de 22 t ha⁻¹, enquanto para o segundo corte não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém os maiores valores para altura do pasto foram 65,66 cm na forma incorporada e 64,03 cm na forma não incorporada, já para o terceiro corte houve interação entre as doses de cinza

vegetal aplicadas e as formas de incorporação em que as maiores alturas do pasto 90,78 cm na dose de 24,62 t ha⁻¹ (I) (figura 16 A) e 87,91 cm na dose de 20,07 t ha⁻¹ (NI) (Figura 16 B).

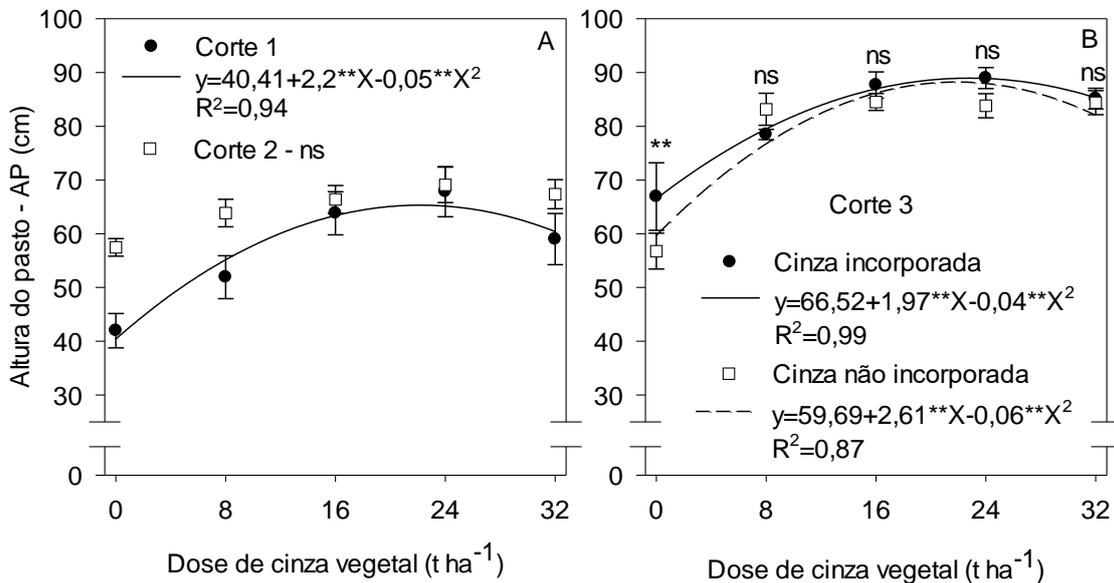


Figura 13. Altura do pasto de *Urochloa brizantha* (cm) cv. BRS Paiaguás corte 1(A), corte 2 (A) e corte 3 (B) em função de doses de cinza vegetal e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo – NI, em **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para a altura do pasto de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás no segundo ano de condução do experimento houve diferença significativa apenas para as doses de cinza vegetal aplicadas no primeiro, segundo e terceiro cortes. Em que a cada corte uma dose de cinza vegetal proporcionou uma maior altura de plantas em que para o primeiro corte a dose de 20,15 t ha⁻¹ proporcionou uma altura de 64,74 cm, no segundo corte a dose de cinza vegetal de 20,17 t ha⁻¹ e uma altura de 62,49 cm e no terceiro corte das plantas a dose de cinza vegetal foi de 18,91 t ha⁻¹, com uma altura de plantas de 48,10 cm (Figura 17).

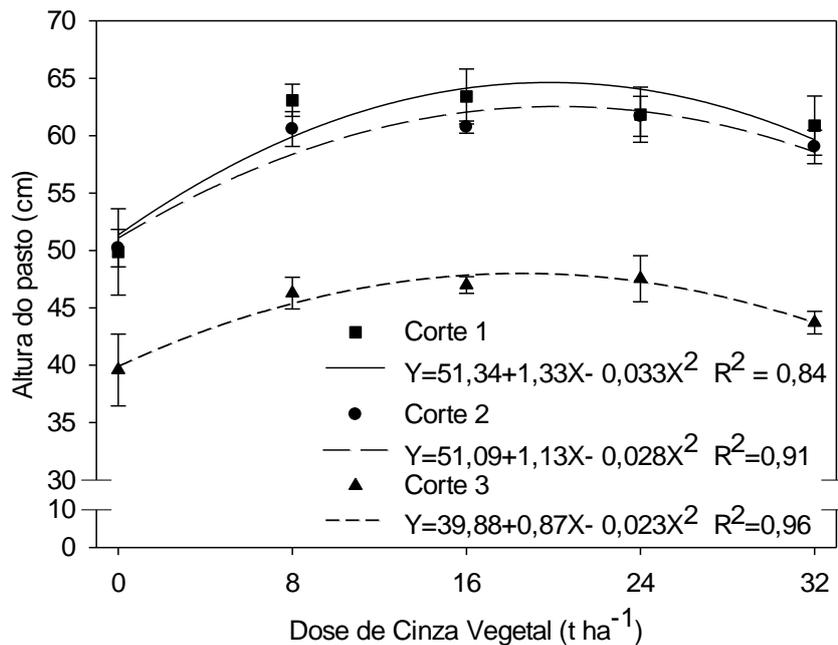


Figura 14. Altura do pasto de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ns não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

A altura do pasto é considerada uma característica estrutural para a tomada de decisão de qual prática de manejo deve ser adotada e que favorece o bom desenvolvimento do pasto, entre outros, é uma característica importante para verificar o potencial produtivo das gramíneas (Silva, 2004).

Alturas de 102,24 ,84,42 e 63,27 cm foram observadas no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente em estudo realizado em casa de vegetação por Bonfim-Silva et al. (2017) com *Urochloa brizantha* cv. piatã, adubado com doses de cinza vegetal, em que as doses de cinza vegetal de 12,72 g dm⁻³, 13,42 g dm⁻³ e 17,17 g dm⁻³ respectivamente para cada corte foram as doses que proporcionaram maiores alturas.

A adubação feita com a cinza vegetal pode ser responsável no incremento da altura da planta, visto que uns dos macronutrientes mais presente neste resíduo sólido é o potássio em forma de K₂O (Tabela 2), que é determinante para o processo de fotossíntese, tendo um papel fundamental na resistência da planta em relação a algumas doenças e é responsável pela regulação osmótica da

planta, em que permite-se que a planta faça um bom uso da água (Rodrigues et al., 2008) conseqüentemente favorece um maior desenvolvimento do pasto.

Considerando-se que os solos do Cerrado são pobres em fósforo, o uso da cinza vegetal como alternativa de fertilizante tem um papel fundamental na adição desse nutriente ao solo tabela 2, pois atua no fornecimento de energia e no desenvolvimento radicular das plantas de forma a proporcionar uma maior absorção dos nutrientes disponíveis, por tanto é imprescindível o fósforo para implantação, estabelecimento e manutenção da capacidade produtiva de gramíneas (Cecato et al., 2008; Dias et al., 2015; Vilela, 2017).

Em estudos realizados com capim Mombaça (*Panicum maximum*) utilizando doses de fósforo, as maiores alturas de plantas 75,70 e 72 cm, respectivamente foram observadas nas parcelas onde foi feita a adubação com três tipos de fertilizantes que contem fósforo nas doses de 202,162 e 165 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Carneiro et al., 2017).

Número de perfilhos de *Urochloa brizantha*

Em relação a número de perfilhos para o ano de implantação do pasto, no primeiro corte do capim Paiaguás houve diferenças significativas somente entre as doses de cinza vegetal aplicadas em que os dados ajustaram-se ao modelo de regressão linear crescente e que o maior número de perfilhos (873,86 perfilhos m⁻²) foi observado na maior dose de cinza vegetal do intervalo experimental (32 tha⁻¹) favorecendo um incremento de 50,22% na produção de perfilhos em relação à ausência da adubação com cinza vegetal.

No segundo corte, do capim Paiaguás não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, porém foi o corte que apresentou o maior número de perfilhos (1362,69 perfilhos m⁻²) (Figura 18 B) no tratamento controle, já no terceiro corte houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal aplicadas em que o maior número de perfilho foi observado na ausência de adubação de cinza vegetal (1077,22 perfilhos m⁻²) (Figura 18 A).

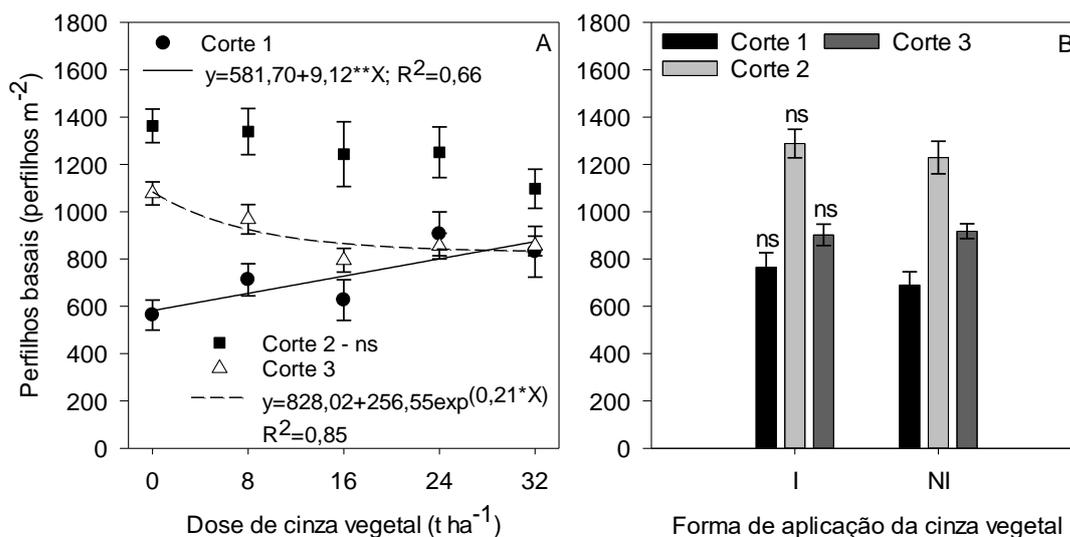


Figura 15. Número de Perfilhos (m⁻²) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes, **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para o número de perfilhos basais, na manutenção do pasto de capim Paiaguás não houve diferença significativa entre os tratamentos no primeiro, segundo e terceiro cortes, Contudo observou-se diferença significativa para as doses de cinza vegetal aplicadas com ajuste ao modelo linear decrescente, no qual a ausência de adubação de cinza foi responsável pelo maior número de perfilhos (1135,98 perfilhos m⁻²) (Figura 19).

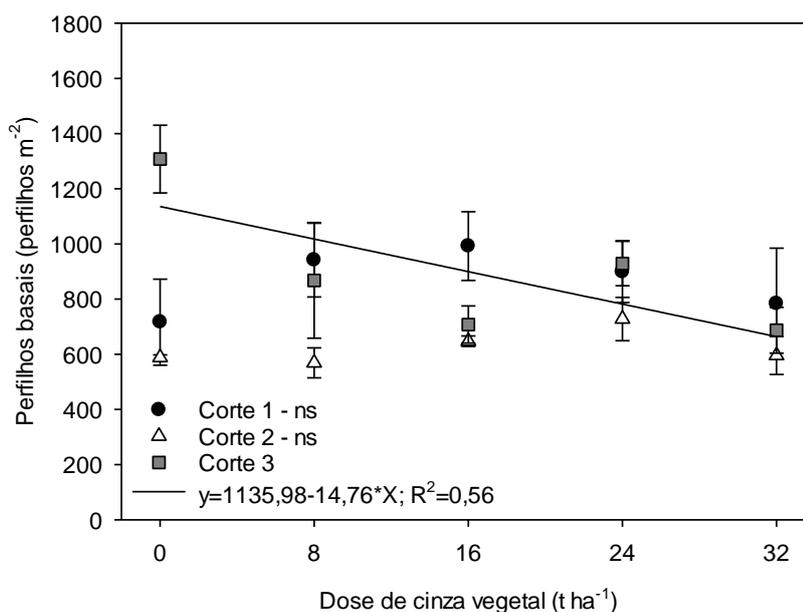


Figura 16. Número de perfilhos basais (perfilhos m⁻²) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicadas em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ns não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

O perfilhamento de espécies de gramíneas garante a implantação e o estabelecimento das plantas e o seu aumento tem um efeito positivo na cobertura de solo, que é fundamental na diminuição de risco de erosão e é um excelente parâmetro para indicar o potencial de crescimento e sobrevivência da planta em sistema de produção de pasto (Hodgson, 1990). Assim, o maior número de perfilhos tendem a reduzir a exposição do solo ao impacto da chuva, contribuindo para à sua proteção de maneira a diminuir o risco de degradação de solo (Sales et al., 2013; Sales et al., 2014ab).

Estudos realizados por Albuquerque et al. (2016), para avaliar o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar em função de doses de aplicação de fósforo, os autores observaram um decréscimo linear no número de perfilhos em doses de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e quando foi aplicado uma dose de 200 kg ha⁻¹ P₂O₅, houve acréscimo em que os dados se comportaram em uma função quadrática côncava.

O aumento de número de perfilhos de forma crescente em função das doses de cinza vegetal aplicadas, verificado na primeira avaliação das plantas,

pode estar relacionado as características químicas da cinza vegetal conter uma grande concentração de fósforo (Tabela 2), que por sua vez pode ter sido bem aproveitado pelas plantas para se perfilhar nos primeiros 60 dias após a semeadura. Alguns autores (Patês et al.,2007; Ferreira et al.,2008 e Guedes et al.,2009) enfatizam a importância do fósforo para o estabelecimento inicial da forragem, devido ao maior desenvolvimento das raízes, conseqüentemente, maior perfilhamento.

A redução de número de perfilhos observado no segundo corte no ano de implantação e terceiro corte no ano de manutenção do pasto pode estar associado ao período do ano em que foi feito o corte, uma vez que os cortes foram feitos no inverno, período que pode comprometer o crescimento das pastagens devido ao uso das reservas orgânicas de forma mais intensa no período chuvoso após o primeiro corte para garantir um alto perfilhamento (Da silva et al., 2014; Ferro et al. 2015).

Em estudo realizado por Montagner et al. (2011) sobre as características morfogênicas e estruturais de perfilhos de diferentes idades do capim-guiné cv. Mombaca foi possível observar que quanto mais antigo é o perfilho maior a probabilidade de ter uma redução na sua taxa de crescimento por estar em processo de desenvolvimento enfrentando diferentes condições climáticas ao longo do ano.

Número de folhas do pasto de *Urochloa brizantha*

Na contagem de número de folhas feita no primeiro corte houve diferenças significativas somente para as doses de cinza vegetal aplicadas, em que a dose de 25,88 t ha⁻¹ proporcionou o maior número de folhas (3397,52 folhas m⁻²) e para a segunda e terceira contagens realizadas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 20).

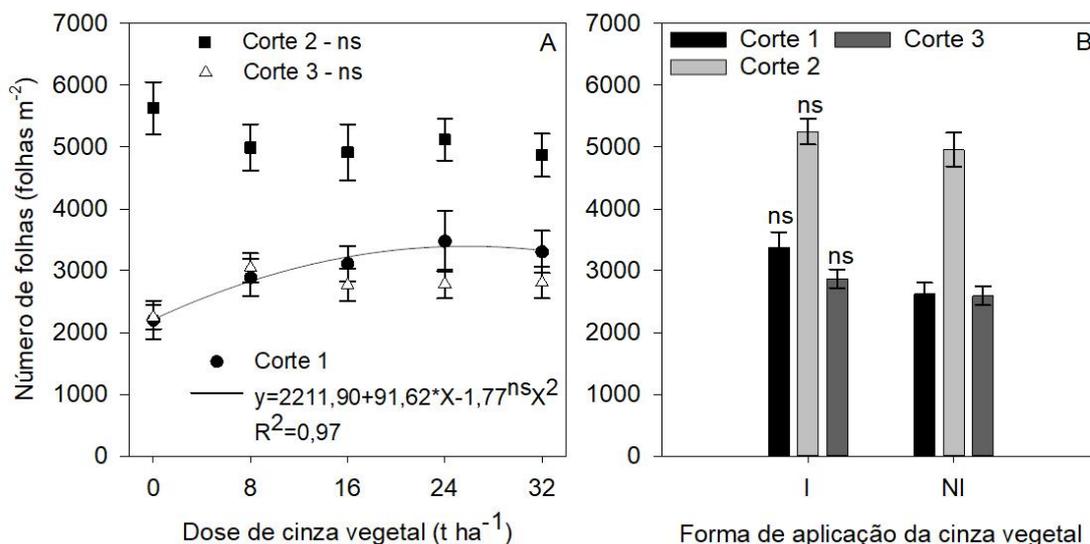


Figura 17. Número de folhas (m⁻²) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

O número de folhas na manutenção do pasto não apresentou diferença significativa no primeiro corte. No entanto, no segundo e no terceiro cortes houve diferenças significativas para as doses de cinza vegetal aplicadas em que se observou no segundo corte que dose de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionou maior número de folhas (2782,42 folhas m⁻²), (Figura 21).

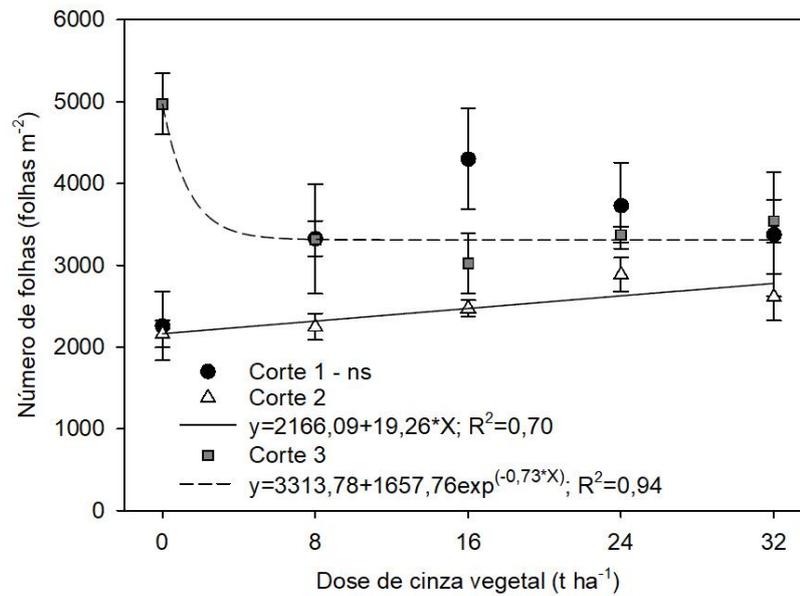


Figura 18. Número de folhas (folhas m⁻²) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Os resultados apresentados para o número de folhas do capim Paiaguás demonstra a importância da adubação feita utilizando este resíduo sólido para aumentar os componentes produtivos da forragem, uma vez que a folha da planta é responsável pelos processos de respiração e fotossintéticos para manter uma planta nova ou regenerá-la, e assim mantendo uma boa cobertura sobre o solo.

Esse aumento de número de folhas no segundo corte da gramínea forrageira, pode estar associado ao aumento significativo no número de perfilhos observados a partir do segundo corte. Assim, as folhas e os perfilhos possui uma relação, uma vez que a gramínea é cortada, tendo as condições favoráveis de desenvolvimento, tende a proporcionar um aumento na rebrota de plantas por proporcionar um aumento de número de perfilhos o que tende a ter uma influência no aumento de número de folhas. Bonfim-Silva et al. (2012) observaram resposta linear positiva no número de folhas do capim-marandu com o aumento da dose de fósforo natural reativo, o que associa o P como nutriente importante de perfilhamento e de folhas.

Número de folhas por perfilho basal do pasto de *Urochloa brizantha*

Para a variável número de folhas por perfilho basal no ano de implantação do pasto houve diferenças significativas somente para doses de cinza vegetal aplicadas tanto no primeiro e terceiro cortes do pasto em que a dose de 15 t ha⁻¹ proporcionou um número de 4,69 folhas por perfilho basal e a dose de 27,5 t ha⁻¹ proporcionou números de 4,02 folhas por perfilho basal, enquanto no segundo corte não houve diferenças significativas para nenhum dos fatores (Figura 22 A e B).

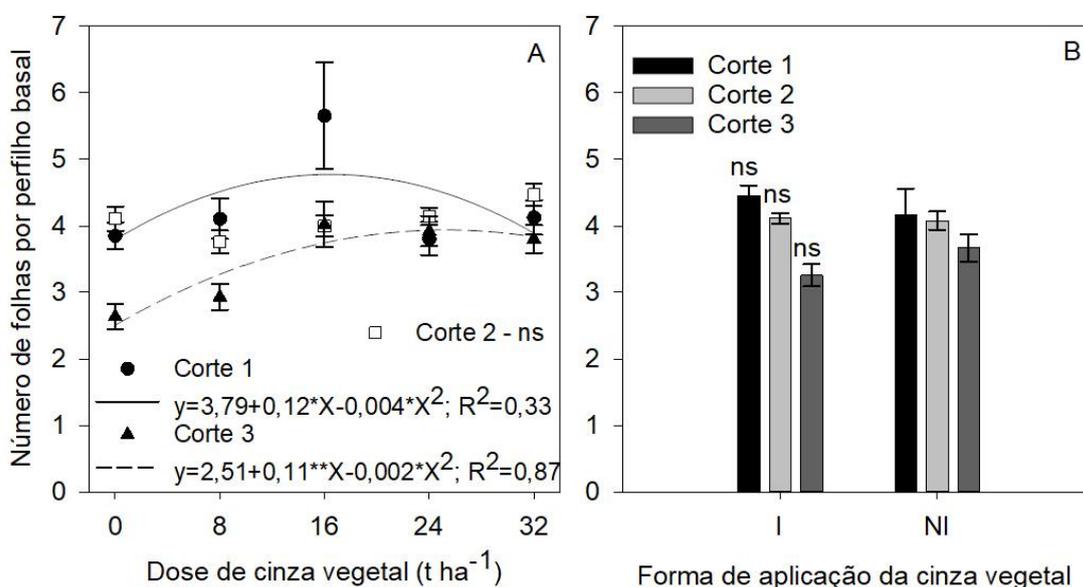


Figura 19. Número de folhas por perfilho basal de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ns não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Houve diferença significativa para as doses de cinza vegetal aplicadas no segundo ano de condução do experimento, fase de manutenção do pasto, em todos os três cortes realizados em que no primeiro corte os dados se comportaram em uma função exponencial e segundo e terceiro cortes em função linear crescente em que as doses de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionaram

4,01 folhas por perfilho no segundo corte e de 4,67 folhas por perfilho no terceiro corte (Figura 23).

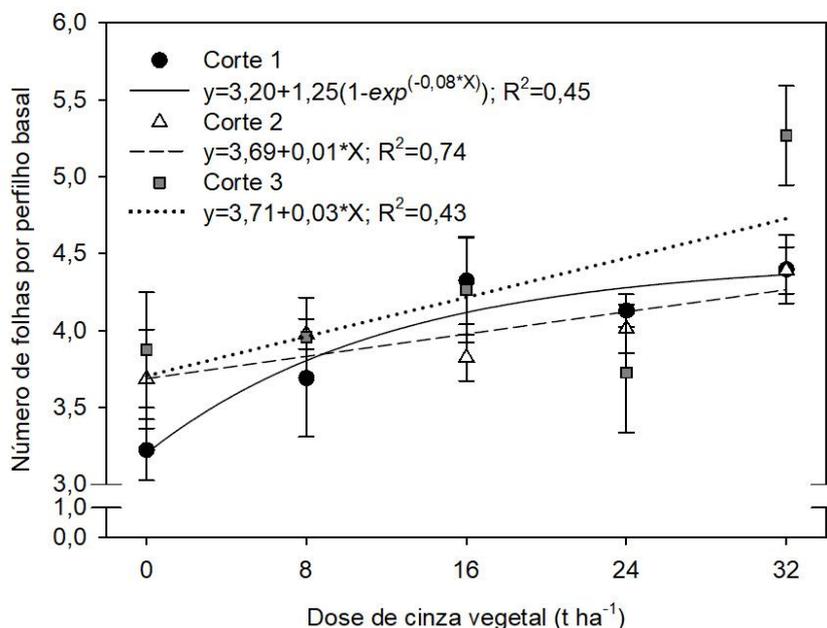


Figura 20. Número de folhas expandidas por perfilho de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Dados observados para número de folhas por perfilhos neste estudo foram maiores do que os relatados por Difante et al. (2011), avaliando *U. brizantha* cv. Marandu em condições de campo em diferentes intervalos de cortes, sendo realizado aos 21 e 28 dias, os valores médios estimados de 0,083 folhas / perfilho totalizando um valor de 1,74 folhas por perfilho e 2,32 folhas aos 21 e 28 dias respectivamente.

Índice de área foliar do pasto de *Urochloa brizantha*

Para o índice de área foliar, no ano de implantação do pasto, houve interação somente no primeiro corte da forrageira, em que a dose cinza vegetal de 22,5 tha⁻¹ em combinação com a incorporação da cinza vegetal,

proporcionaram um índice de área foliar de 11,12 e na forma não incorporada a dose 17,77 t ha⁻¹ proporcionou o índice de área foliar de 11,39 (Figura 24 A).

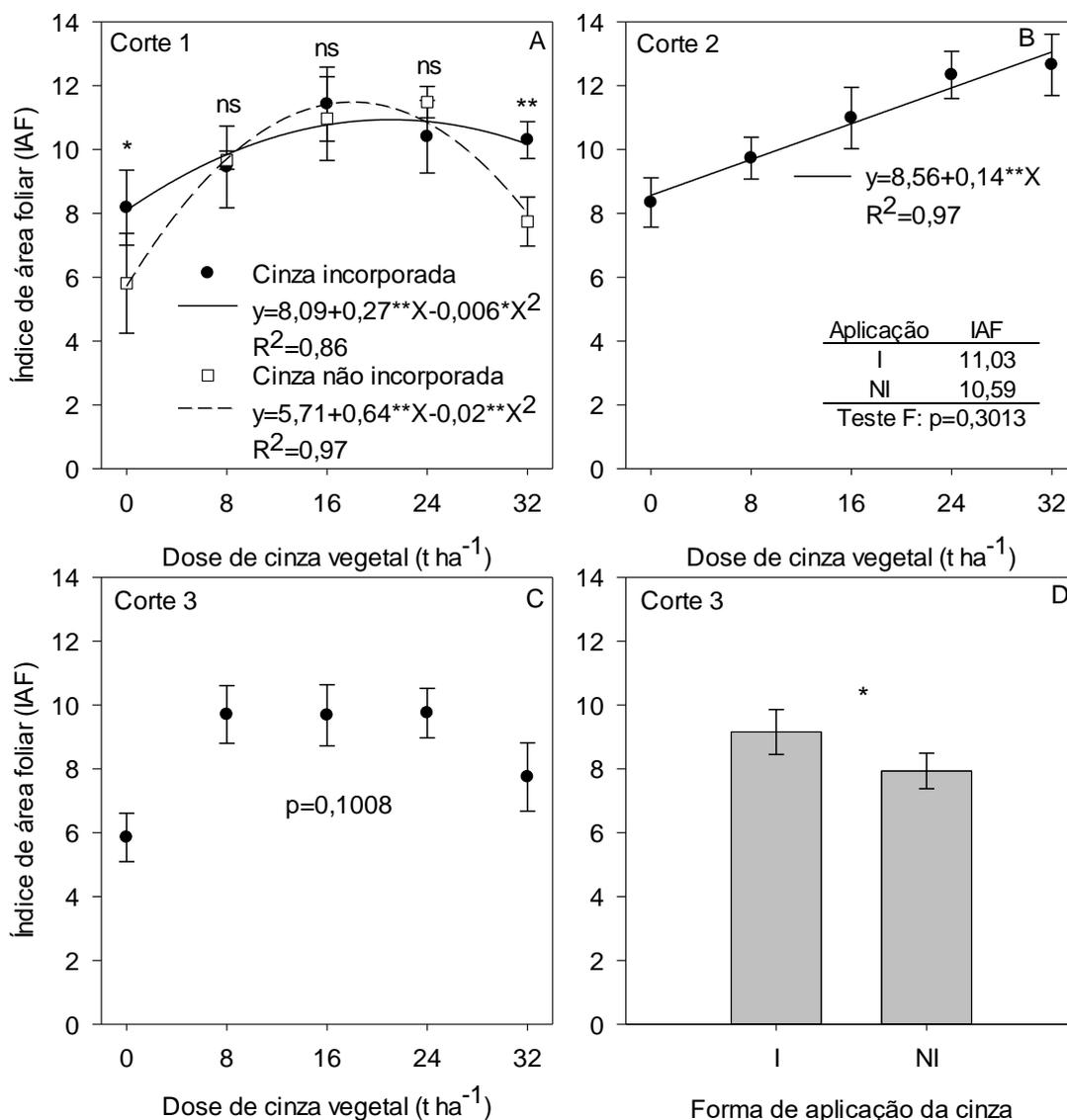


Figura 21. Índice de área foliar (IAF) do capim Paiguás adubado com cinza vegetal em duas formas de aplicação, incorporada - I e não incorporada ao solo - NI, em três cortes, corte 1 (A), corte 2 (B) e corte 3 (C e D) **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza. As barras verticais são o erro padrão da média.

Já no segundo corte, houve diferença significativa somente para as doses de cinza vegetal, em que a dose 32 t ha⁻¹ proporcionou um índice de área foliar de 13,04 (Figura 24 B) e no terceiro corte houve diferença significativa para a

forma de aplicação da cinza vegetal, em que o maior índice (9,15) foi verificado em subparcelas onde a cinza foi incorporada ao solo e valor de 7,93 na forma não incorporada (Figura 24 D).

No segundo ano de cultivo para o índice de área foliar do capim Paiaguás houve diferenças significativas para as doses de cinza nos primeiro e terceiro cortes em que as doses de 28 t ha⁻¹ no primeiro corte proporcionou o maior índice de área foliar (11,1) e no terceiro corte a dose de 15,75 t ha⁻¹ proporcionou o maior índice de área foliar (9,10) enquanto no corte 2 não houve diferença significativa (Figura 25).

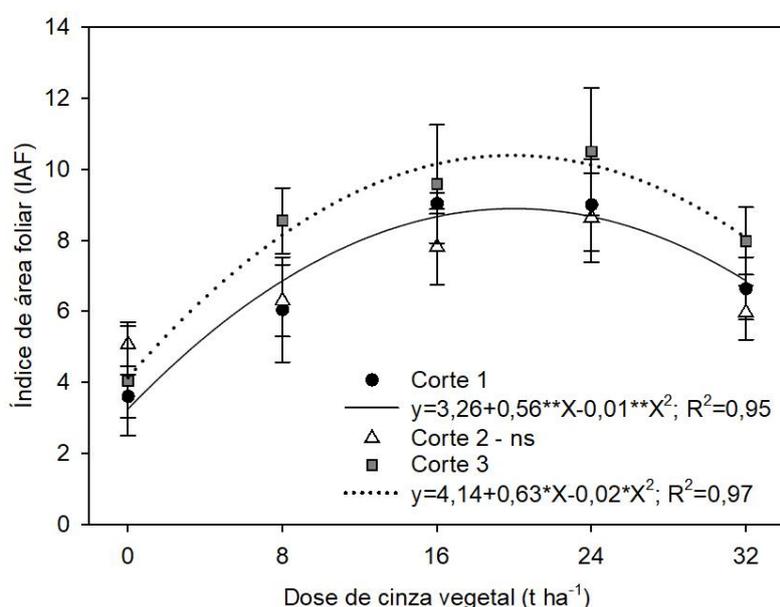


Figura 22. Índice de área folia (IAF) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ns não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Em geral o índice de área foliar do capim Paiaguás foi diminuindo ao longo dos cortes tanto no ano da implantação (primeiro ano de condução do experimento) quanto no ano de manutenção (segundo ano do experimento), o que pode ser atribuído ao dinâmico de crescimento fisiológico da planta (Silva et al., 2015). Nesse contexto, pode-se observar que os últimos cortes proporcionaram os menores IAF, corroborando os resultados observados por

Poczynek et al. (2016). Da mesma forma, Fagundes et al. (2006) relataram diminuições nos índices de IAF com o avanço das estações mais frias do ano.

A área foliar é uma variável determinante na compreensão da dinâmica vegetal, sendo importante para processos como interceptação da luz solar, papel na fotossíntese e troca gasosa entre a planta e a atmosfera (Bréda, 2003; Sbrissia & Silva, 2008).

Área foliar por perfilho do pasto de *Urochloa brizantha*

Houve diferenças significativas somente para as doses de cinza vegetal aplicadas no primeiro e no segundo cortes realizados no ano de implantação do pasto em que a dose de 20,15 t ha⁻¹ proporcionou uma área foliar de 57,24 cm² perfilho⁻¹ no primeiro corte e a dose de 32 t ha⁻¹ proporcionou uma área foliar de 101,01 cm² perfilho⁻¹ no segundo corte (Figura 26 A).

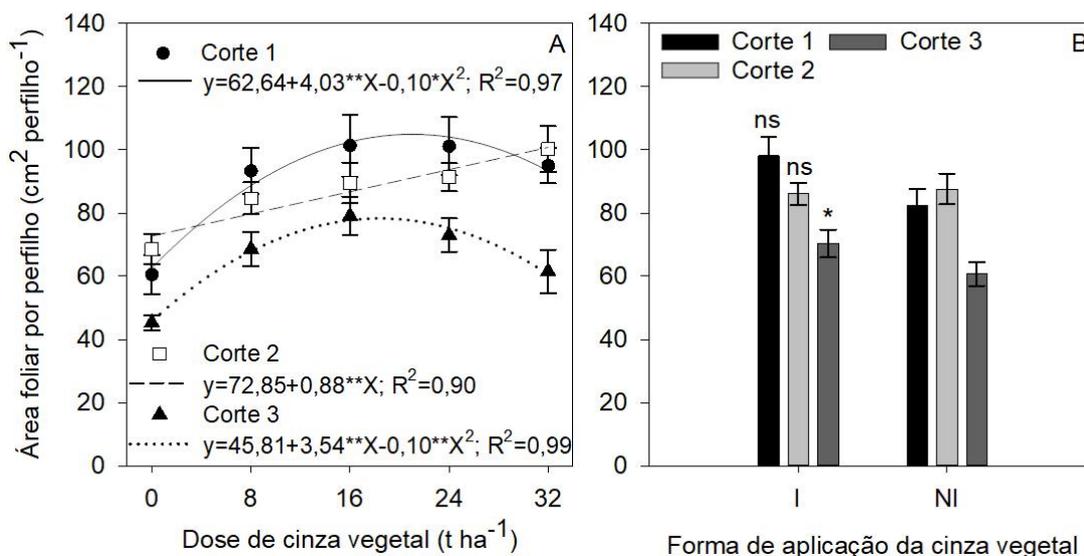


Figura 23. Área foliar por perfilho (cm² perfilho⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para o terceiro corte houve diferenças significativas de forma isoladas para as doses de cinza vegetal e as formas de aplicação em que a dose de (17,7

t ha⁻¹) proporcionou uma área foliar de 77,14 cm² perfilho (Figura 26 A), enquanto a forma incorporada proporcionou o valor de 70,34 e a forma não incorporada 60,60 cm² perfilho⁻¹ (Figura 26 B).

Para a variável área foliar por perfilho, no ano de manutenção, houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal no primeiro e terceiro cortes, e os dados se ajustaram em um modelo linear crescente em que a maior dose de cinza aplicada proporcionou uma área de 65,08 cm² perfilho⁻¹ no primeiro corte e 91,57 cm² perfilho⁻¹ no terceiro, já para o segundo corte realizado não foi verificada diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal aplicadas (Figura 27).

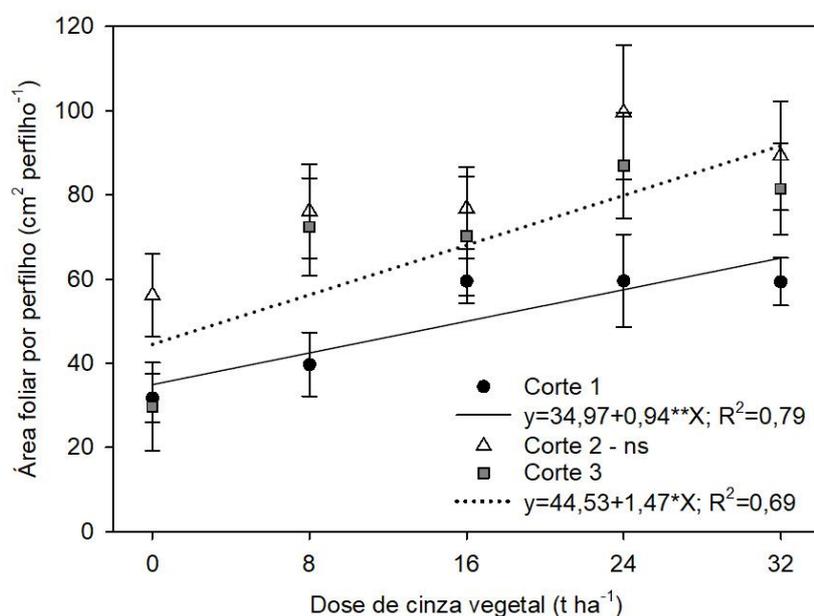


Figura 24. Área foliar por perfilho (cm² perfilho⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Esse aumento significativo observado para área foliar por perfilho durante os dois anos do experimento pode ser atribuído a capacidade da cinza vegetal de fornecer potássio, sendo um macronutriente importante na regulação térmica e crescimento das folhas, dados observados em estudo realizado por Rodrigues et al. (2008) com a combinação de doses de nitrogênio e potássio em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo apresentaram

crescimento linear para as doses de potássio nos terceiros cortes, em que os autores observaram valores de (190,48 cm².vaso⁻¹) valor inferior ao que foi observado neste estudo porém com destaque para o papel da cinza vegetal no fornecimento de potássio para contribuir no aumento de área foliar da *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás.

Índice de clorofila de *Urochloa brizantha*

Para o índice de clorofila no ano de implantação do pasto houve diferença significativa somente no primeiro corte para as doses de cinza vegetal aplicadas em que os dados de índice relativo de clorofila se ajustaram a um modelo linear crescente, por tanto a dose de 32 t ha⁻¹ proporcionou um índice de 47,83 (Figura 28 A).

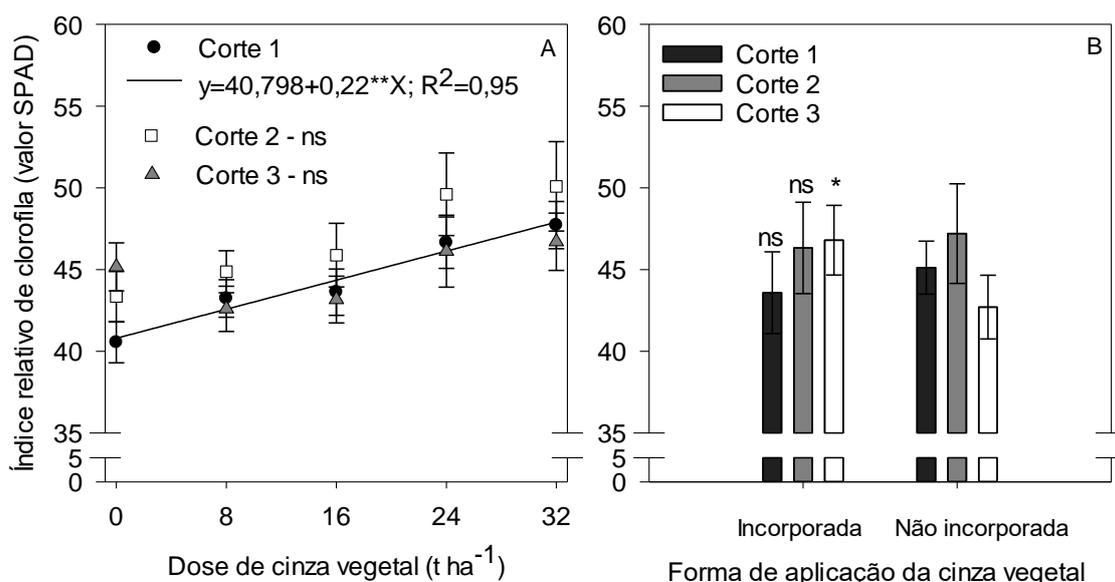


Figura 25. Índice de clorofila (valor SPAD) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

No segundo corte não houve diferenças significativas entre os tratamentos, porém os dados de índice relativo de clorofila apresentaram ajustes

semelhantes ao primeiro corte, enquanto para o terceiro corte somente houve diferença significativa para as formas de aplicação de cinza vegetal, em que o maior índice de clorofila 44,75 foi observado na forma de aplicação incorporada (Figura 28 B).

Tabela 8. Índice de clorofila (valor SPAD) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal no 1º, 2º e 3º cortes para a cinza aplicada em superfície (não incorporada ao solo)

Dose de cinza (t ha ⁻¹)	1º Corte	2º Corte	3º Corte
0	41,49 ± 1,64	41,43 ± 0,97	38,29 ± 3,96
8	43,78 ± 3,29	40,92 ± 4,91	39,07 ± 2,88
16	45,46 ± 4,20	42,05 ± 2,33	37,20 ± 0,55
24	46,65 ± 3,67	40,10 ± 1,10	38,30 ± 2,61
32	49,52 ± 4,59	40,77 ± 2,05	39,62 ± 0,64

*Média ± erro padrão.

O índice de clorofila nas folhas é um parâmetro utilizado para avaliar o nível de nitrogênio nas plantas, uma vez que a quantidade de pigmento se correlaciona positivamente com a quantidade de nitrogênio na planta (ARGENTA et al., 2001). Essa variável é capaz de indicar como e quando tomar decisões sobre manejo e conservação das pastagens, além disso o nitrogênio interfere diretamente no processo fotossintético dada sua participação na molécula de clorofila (Macedo et al., 2012).

Esse aumento de índice de clorofila na planta de cv.Paiaguás observado pode estar associado ao poder da cinza vegetal em fornecer macronutrientes como (K, P, Ca e Mg) e micronutrientes (Mn e B) que possuem papéis essenciais nos processos fotossintéticos (Hytönen & Aro 2012 ; Kikamägi et al., 2013).

Dados apresentados por (Bonfim-Silva et al., 2017) para verificar o potencial da cinza vegetal como fertilizante na cv.BRS Piatã em latossolo do Cerrado Brasileiro observaram índices de clorofila de 46,66 e 41,93, nos primeiros cortes (1 e 2) respectivamente e 38,39 no terceiro corte que corroboram com os valores observados neste estudo em que no terceiro corte tende a ter uma diminuição de índice de clorofila devido a idade da planta.

Trabalho divulgado por Bezerra et al. (2017) com uso de água residuária da mandioca como fertilizante orgânico em capim-marandu, observaram aumento linear crescente do índice SPAD, conforme verificada também no presente estudo. Leituras SPAD em capim de gênero *Urochloa*, abaixo de 26 indicam deficiência de nitrogênio, o que pode provocar clorose nas folhas mais velhas, e assim levar a um amarelecimento geral da planta.

Para a análise do valor de proteína bruta realizada no primeiro corte, houve diferença significativa somente para as doses de cinza vegetal aplicadas. Os dados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, em que a dose de cinza vegetal de 26 t ha⁻¹ proporcionou o maior valor (136,21 g kg⁻¹) de proteína bruta, equivalente a um incremento de 19,86% (Figura 29).

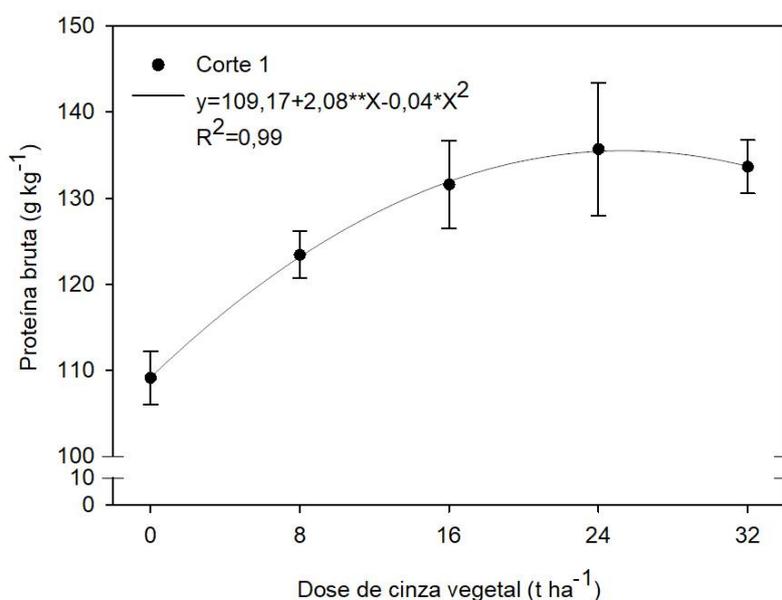


Figura 26. Proteína bruta (g kg⁻¹) em folhas diagnóstico (+1 e +2) de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás adubada com cinza vegetal no primeiro corte, aos 60 dias após a semeadura. As barras verticais são o erro padrão da média.

A relação entre o índice de clorofila (SPAD) com o nitrogênio teve um reflexo positivo no conteúdo de proteína bruta da matéria seca no primeiro corte da forragem, uma vez que a cinza vegetal possui uma concentração excelente de nutrientes como potássio e magnésio o que pode ter influenciado de maneira benéfica a absorção de nitrogênio visto que o K possui uma relação alta com o

N 3:1 (Megda; Monteiro, 2010), além de o magnésio ser um componente da molécula central da clorofila e possui funções essenciais nos processos fotossintéticos, pode ter sido por isso que foi possível observar um aumento tanto no conteúdo de proteína bruta e o SPAD no primeiro corte.

4.4 Componentes de produtividade do pasto

Massa seca de colmo de *Urochloa brizantha*

Para a massa seca de colmo no primeiro corte no ano de implantação do pasto observou-se efeitos isolados para doses e formas de aplicação de cinza vegetal em que a dose de (25 t ha⁻¹) proporcionou uma massa seca de 5,14 t MS ha⁻¹ (Figura 29 A), e a forma de aplicação incorporada (I) apresentou o maior valor (4,57 t MS ha⁻¹) enquanto a forma não incorporada (NI) 3,09 t MS ha⁻¹ (Figura 30 B) já para o segundo corte não houve diferenças significativas entre os fatores, enquanto no terceiro corte somente as doses apresentaram diferenças significativas em que a dose de cinza vegetal de 27,5 t ha⁻¹ proporcionou a massa seca de 3,65 t MS ha⁻¹ (Figura 30 A).

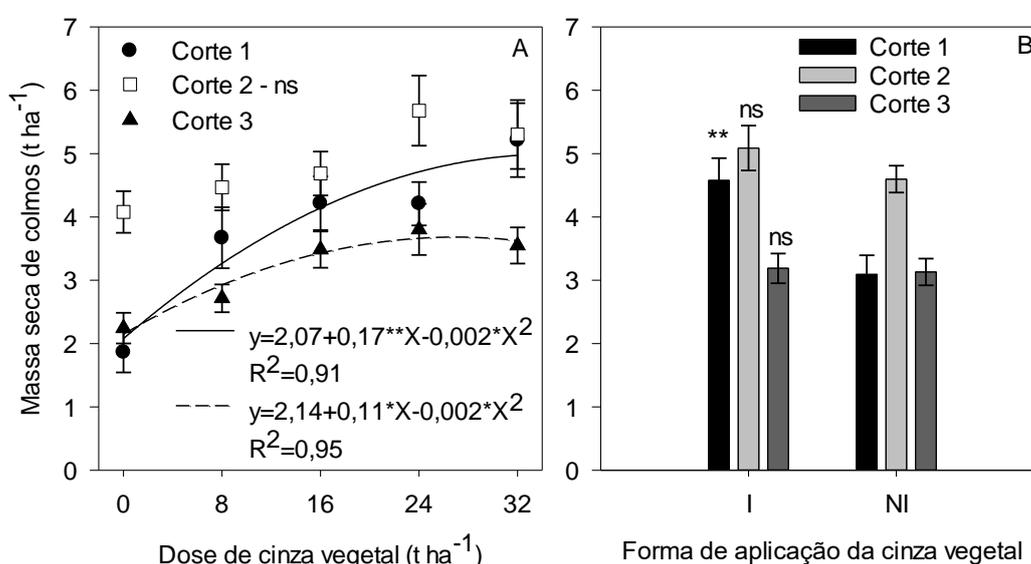


Figura 27. Massa seca de colmos (t ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de

aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Houve diferenças significativas para as doses de cinza vegetal aplicadas no ano de manutenção do pasto para massa seca de colmos no segundo e no terceiro cortes realizados em que as doses de cinza vegetal de 21,67 t ha⁻¹ no segundo corte proporcionou uma massa seca 3,31 t MS ha⁻¹ e a dose de 12 t ha⁻¹ no terceiro corte 8,85 t MS ha⁻¹ (Figura 31).

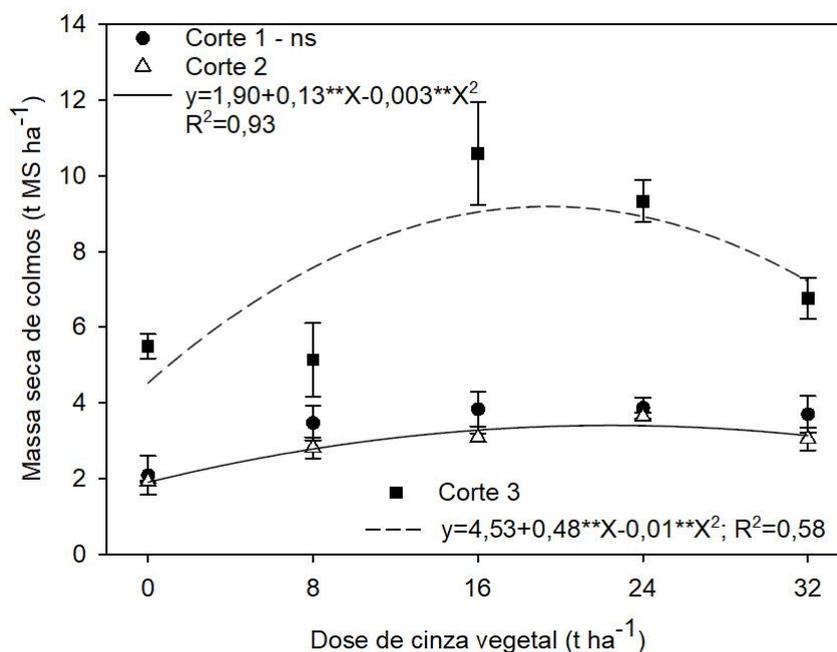


Figura 28. Massa seca de colmo (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Dados apresentados por Teixeira et al. (2018), em experimento realizado com doses de fósforo (0; 45; 90; 135 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e presença e ausência de doses de nitrogênio (0 e 100 kg ha⁻¹ de N) no cultivo de *Urochloa híbrida* cv. Mulato II, verificaram aumentos lineares de massa seca de colmos em todas as doses de fósforo aplicadas, em que a maior massa (1,67 t ha⁻¹) foi observada na dose de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, dados que corroboram com os dados observados neste estudo, sendo que a cinza vegetal pode ser considerada a

uma alternativa de fornecimento de fósforo, tabela 2, e proporcionar um aumento significativo nas concentrações de fósforo e potássio verificadas nos capins Marandu e Xaraés (Bonfim-Silva et al., 2014).

Esses aumentos lineares da massa seca de colmo observados nos primeiros cortes do presente estudo podem ser atribuídos também ao tempo da realização dos cortes (60 DAS no primeiro corte e 90 DAS no segundo corte), tempo considerado adequado para o estabelecimento da forragem, uma vez estabelecida é possível verificar um maior acúmulo de matéria seca (Hanisch et al., 2015).

A adubação feita com a cinza vegetal proporcionou um aumento na produção de massa seca de folhas e de colmos, devido a sua capacidade de fornecer macronutrientes P, Ca e K, (Tabela 2), tendo aumentado a massa de colmos que são meios de transporte de nutrientes para as folhas e que atuam na reserva de nutrientes, o que pode favorecer um desenvolvimento maior da planta conseqüentemente aumentar a produção do pasto, segundo Malavolta (2006) o fosforo proporciona maior crescimento de forragem pelo fato de atuar na parte estrutural da planta além de fazer parte de compostos orgânicos como o ATP, os aminoácidos e de todas as enzimas, que são necessários para os processos metabólicos da planta.

Massa seca de folhas do pasto de *Urochloa brizantha*

Para a massa seca de folhas no primeiro e segundo cortes de pasto realizados no ano de implantação observou-se efeitos isolados para doses e formas de aplicação de cinza vegetal e que os dados se ajustaram ao modelo linear e que a dose de (32 t ha⁻¹) proporcionou as maiores massas secas de folhas (5,21 t ha⁻¹) no primeiro e (6,32 t ha⁻¹) no segundo corte (Figura 30 A), e a forma incorporada foi a que proporcionou maior massa seca de folhas tanto no primeiro e no segundo corte (Figura 32 B), enquanto no último corte realizado houve diferenças significativas somente para as doses de cinza vegetal em que a dose de 27,5 t ha⁻¹ proporcionou a maior massa seca de folhas 4,79 t ha⁻¹ (Figura 32 A).

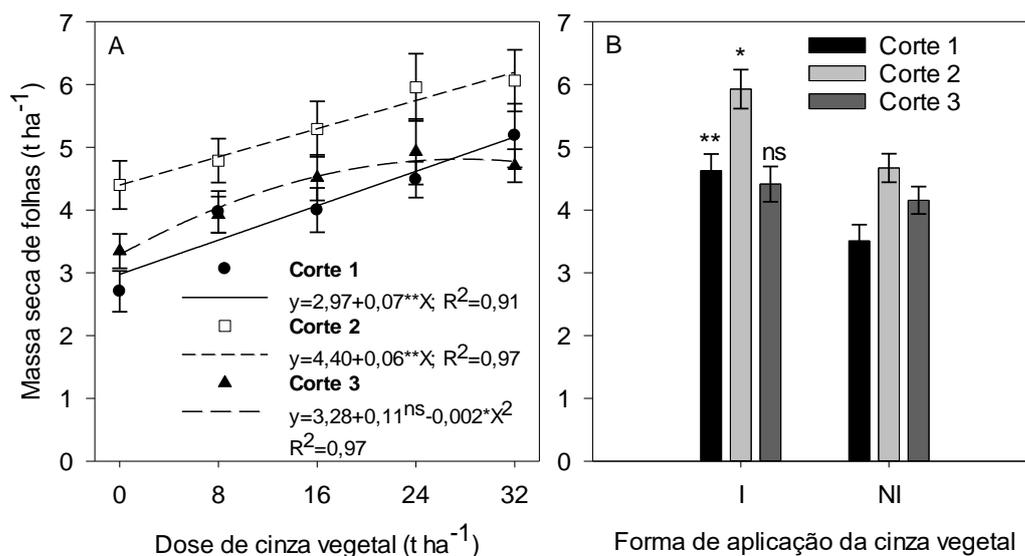


Figura 29. Massa seca de folhas ($t\ ha^{-1}$) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

No ano de manutenção, da gramínea forrageira, para massa seca de folhas houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal nos dois primeiros cortes em que a dose de cinza vegetal de $21,28\ t\ ha^{-1}$ proporcionou maior massa seca de folhas sendo de $4,54\ t\ MS\ ha^{-1}$ no primeiro corte e no segundo corte na dose de cinza vegetal de $18,75\ t\ ha^{-1}$ proporcionou uma massa seca de folhas de $4,83\ t\ MS\ ha^{-1}$ (Figura 33).

Resultados relatados por Porto et al. (2012), indicaram que a maior produção de massa seca das folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, foi observada a partir do aumento das doses de fósforo, atingindo um incremento produtivo de aproximadamente 24% em relação ao tratamento sem a presença de fósforo, de acordo com os valores observados no primeiro e no segundo corte deste estudo, foi observado incrementos de 48,14% e 30,94 % em relação a dose controle respectivamente, enfatizando o papel de fósforo no aumento da produção de forragem (Cantarutti et al., 1999).

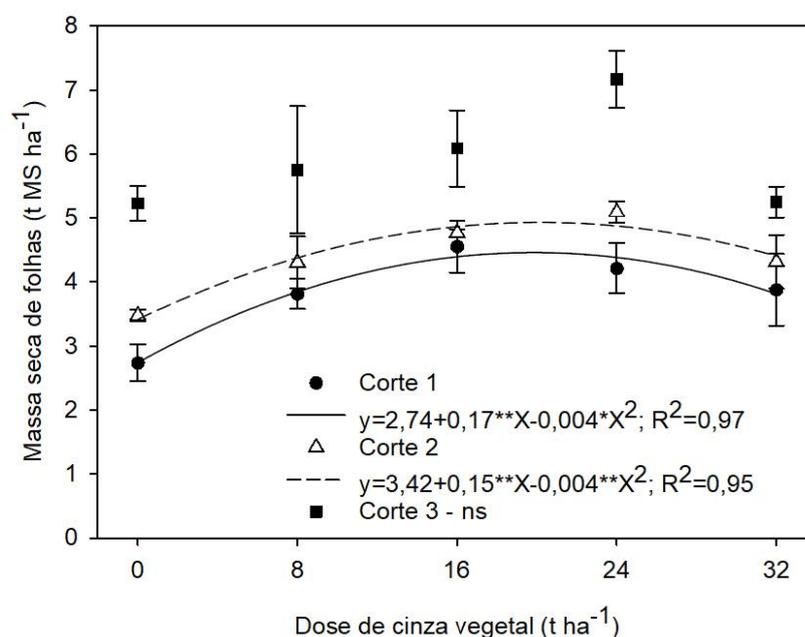


Figura 30. Massa seca de folhas (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Efeito positivo das doses de cinza vegetal sobre o rendimento da *Urochloa brizantha* cultivada em Latossolo nos dois primeiros cortes com maiores resultados para a massa seca de folhas com doses crescentes desse resíduo foi observado por Santos et al. (2014) (Figura 34 A e 34 B). Dessa forma, concorda-se sobre o uso de cinza vegetal como fertilizante na produção de forragem, uma vez que a massa seca de folhas representa a porção de maior valor nutricional. Segundo Paciullo (2002) a massa de folhas é a porção que apresenta maior concentração de proteína sendo, portanto, mais desejável pelos animais.

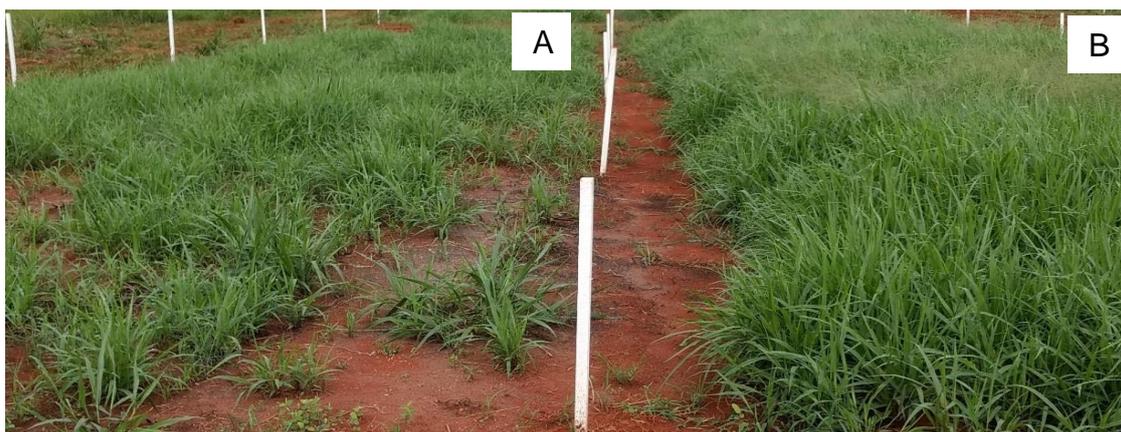


Figura 31. Pasto de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás adubado com 24 t ha⁻¹ de Cinza vegetal não incorporada (A) e incorporada (B) ao solo aos 30 dias após a semeadura na área experimental. Rondonópolis - MT

Tanto para massa seca de laminas foliares quanto para massa seca de colmos apresentaram respostas positivas para produção de forragem, o que foi relatado em estudo realizado por Rodrigues et al. (2014) mostrando que um pasto bem desenvolvido tem maiores taxas de alongamento de colmos e maiores produções de folhas, e conseqüentemente maior produção de biomassa.

Relação folha/colmo do pasto de *Urochloa brizantha*

Para a variável relação folha/colmo na implantação do pasto, houve diferenças significativas para as doses de cinza vegetal aplicadas e para as formas de aplicação no corte 1 em que o maior valor de relação folha/colmo foi observado na dose controle e a forma de aplicação não incorporado (NI) apresentou um valor de 1,24 e incorporado (I) 1,05 (Figura 35 A), Já no segundo corte houve diferença significativa somente para as formas de aplicação em que a forma incorporado com o maior valor (1,19) e não incorporado 1,02 (Figura 35 A) e para o terceiro corte realizado houve diferença significativa para as doses de cinza vegetal aplicadas em que a maior relação folha/colmo (1,27) foi observada na dose controle (Figura 35 B).

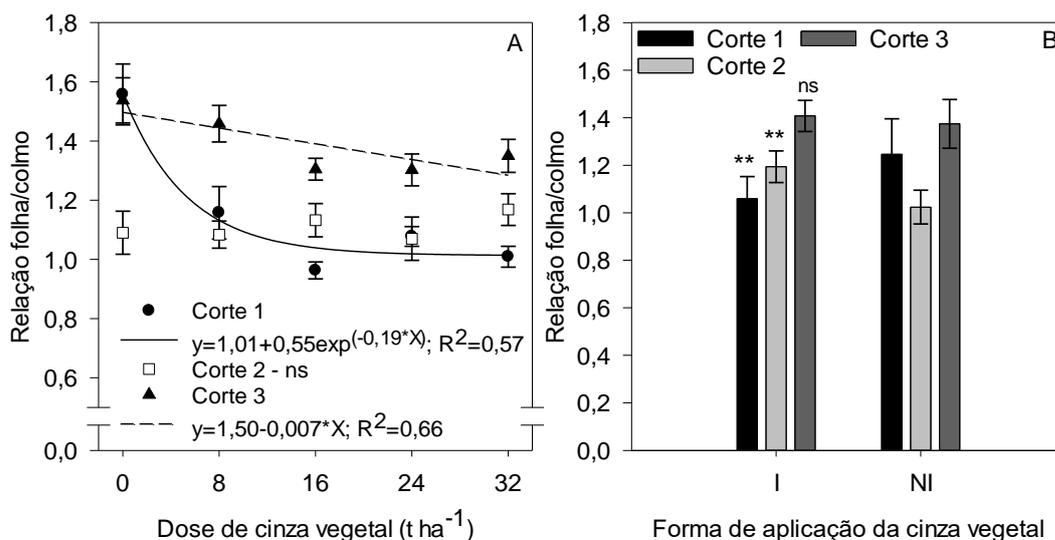


Figura 32. Relação Folha/Colmo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza vegetal no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para a relação folha/colmo no ano de manutenção do experimento não houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal no primeiro corte do pasto realizado, já no segundo e terceiro cortes houve diferenças em que os dados se comportaram em um modelo linear decrescente onde as doses controles foram as que proporcionaram maiores relação folha /colmo com valores de relação de 1,72 (corte 2) e 1,01 (corte 3) (Figura 36).

A relação folha/ colmo é uma característica estrutural do pasto ligado a qualidade da forragem, por ser uma relação que depende da massa seca de folha /massa seca de colmo quanto maior for essa relação melhor tende a atender ao valor nutritivo dos animais (Marchesan et al., 2013).

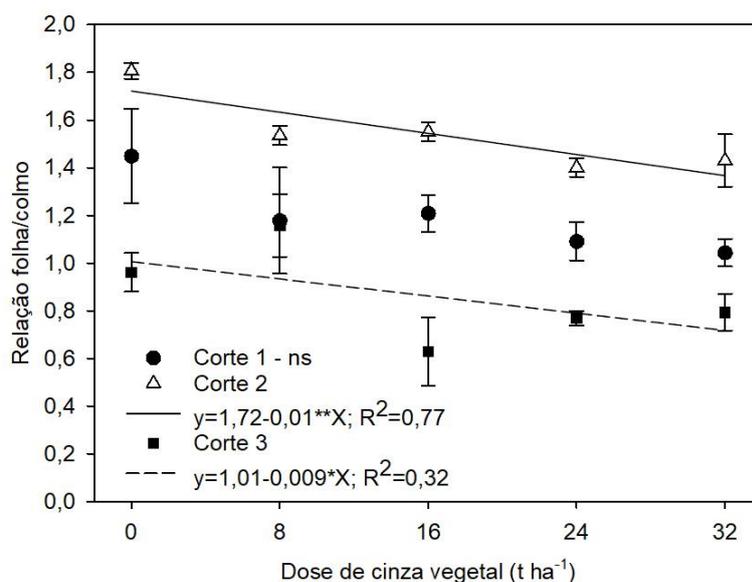


Figura 33. Relação folha/colmo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Os resultados observados no presente estudo apresentam uma tendência decrescente em relação a aplicação de doses de cinza vegetal porém no tratamento controle no primeiro corte uma relação maior que 1 foi observada, uma vez que as plantas nos estádios iniciais de crescimento serem constituídas praticamente por um número maior de folhas do que colmo e no desenvolvimento inicial das gramíneas forrageiras a produção de massa seca é composta basicamente de folhas, Rodrigues et al. (2008). Já no segundo corte do pasto o desenvolvimento da planta induz um maior alongamento de colmo que por consequência aumenta a produção de forragem e em seguida tende a ter um decréscimo nesta relação no último corte (Oliveira et al., 2011).

Nesse estudo foi possível observar valores superiores a 1 para a forma de aplicação incorporada em todas as doses de cinza aplicadas, a pesar do decréscimo apresentado no terceiro corte, a relação F/C foi superior ao limite considerado crítico (valores <1,0), que podem comprometer a qualidade proteica do pasto (Pompeu et al., 2010).

Em estudo realizado para avaliar massa de forragem, características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Urochloa* e *Panicum* Por Silva et al.

(2016) observaram Valores de relação folha/colmo de 2,20, 2,45 e 1,47 Para cv.Marandu, cv.Xaraés e Mombaça Respectivamente onde que valor observado para Mombaça foi inferior ao verificado para a cv. Paiaguás neste estudo e os outros valores foram superiores aos que foram verificados neste trabalho, sendo assim enfatizando o potencial nutricional da *Urochloa brizantha*.

Massa seca por perfilho do pasto de *Urochloa brizantha*

Para a variável massa seca por perfilho no ano de implantação houve diferenças significativas somente para doses de cinza vegetal aplicadas nos três cortes de pasto realizado em que os dados do primeiro e do segundo cortes ajustaram-se a um modelo linear crescente em que as doses de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionaram as maiores massas secas de perfilho 1,29 g no primeiro corte e 0,93 g no segundo corte (Figura 37 A), e para o terceiro e o último corte na dose de cinza vegetal de 20 t ha⁻¹ proporcionou a maior massa de perfilho 0,9 g (Figura 37 B).

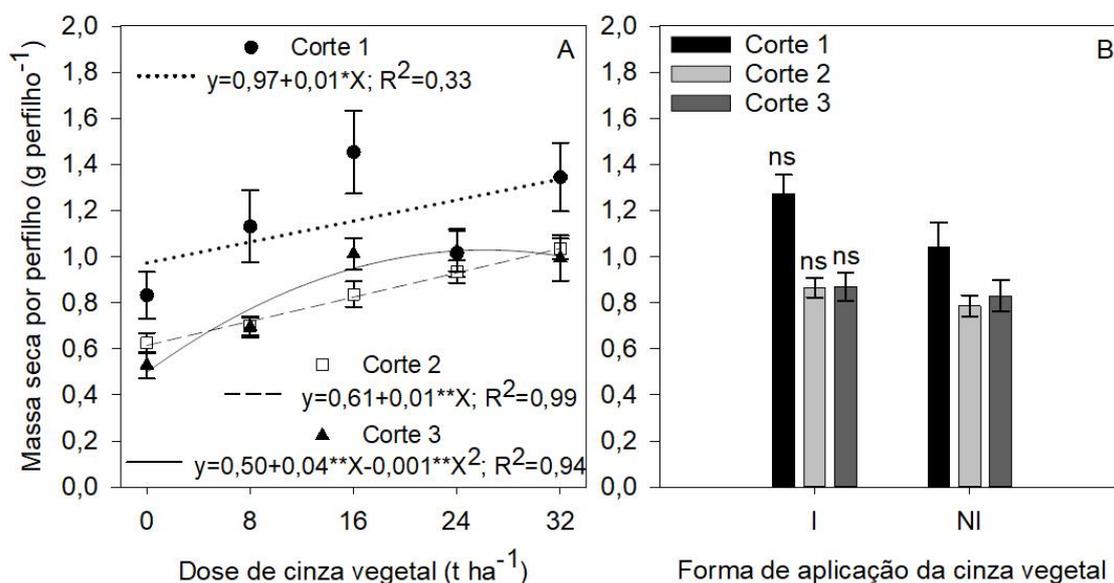


Figura 34. Massa seca por perfilhos de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

No ano de manutenção houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal aplicadas para massa seca por perfilho em todos os cortes realizados em que no primeiro cortes dados se comportaram em um modelo linear crescente em que a dose de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionou uma massa de 1,28 g perfilho⁻¹, já no segundo corte a dose de cinza vegetal de 15 ha⁻¹ proporcionou uma massa seca de 1,18 g perfilho⁻¹. No entanto, para o terceiro corte das plantas a dose de cinza vegetal de 20 t ha⁻¹ foi a que proporcionou maior massa seca de 1,98 g perfilho⁻¹(Figura 38).

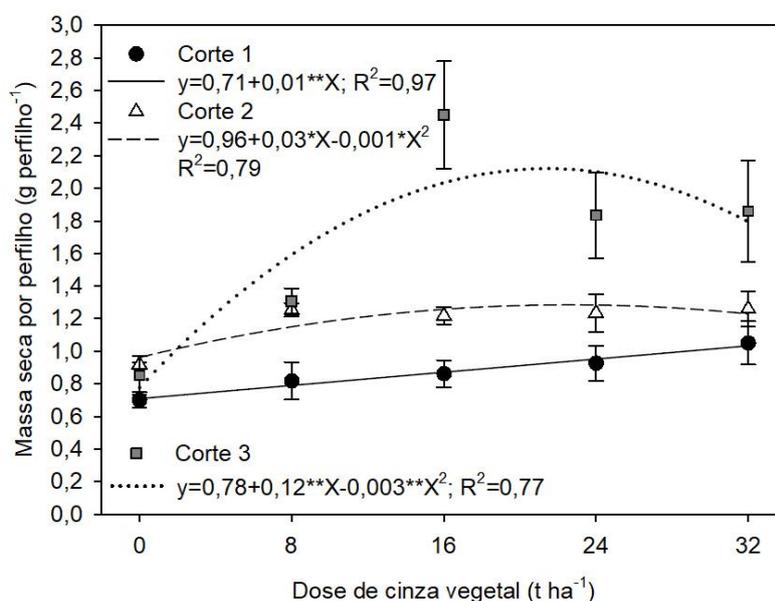


Figura 35. Massa seca por perfilho (g perfilho⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Em estudos realizados por Bezerra et al. (2013) em casa de vegetação com doses de cinza vegetal de (0,3,6,9,12 e 15 g dm⁻³) como forma de correção e adubação de Latossolo do Cerrado cultivado com *Urochloa brizantha* c.v.marandu modelos lineares de regressão foram observados no primeiro e segundo cortes e no terceiro corte a dose de 12,38 g dm⁻³ Proporcionou a maior massa de produção (3,51 g porte⁻¹), valor de acordo com a massa seca de produção por perfilho neste estudo

Nos dois anos de experimento realizado, foi possível observar a influência de doses de cinza vegetal sobre o perfilhamento da *Urochloa brizantha* c.v. .paiguás em as doses controles proporcionaram maiores números de perfilhos porém para a massa seca de por perfilho as doses de cinza vegetal próximas a 20 t ha⁻¹ forneceram uma maior massa seca de perfilhos o que mostra a potencialidade da cinza vegetal em aumentar a produção do pasto, e esta é uma forma de analisar de forma integrada o valor nutritivo da forragem permitindo uma melhor tomada de decisão da manutenção do pasto (Caminha et al., 2010).

Massa seca de folhas verdes de *Urochloa brizantha*

Para a massa seca de folhas verdes no ano de implantação do experimento houve interação entre as doses de cinza e as formas de aplicação de cinza vegetal aplicadas no primeiro e terceiro corte em que no primeiro corte realizado a dose de cinza vegetal de 17,14 t ha⁻¹ proporcionou uma massa de folhas verdes de 4,38 t ha⁻¹ na forma não incorporada e na forma incorporada uma massa de 3,84 t ha⁻¹ na dose de cinza vegetal de 16 t ha⁻¹, porém os dados não se ajustaram a nenhum modelo (Figura 39 A), e para o terceiro corte na forma incorporada a dose de (26,67 t ha⁻¹) proporcionou uma massa de 4,77 t ha⁻¹ e na forma não incorporada ao solo, a dose de cinza vegetal de 18,33 t ha⁻¹ proporcionou a maior massa sendo de 4,51 t ha⁻¹ (Figura 39 C). No entanto, para o segundo corte, houve diferença significativa somente para as doses de cinza vegetal aplicadas em que os dados ajustaram-se a um modelo de regressão linear crescente em que a dose cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionou uma massa seca de folhas verdes de 5,36 t ha⁻¹ (Figura 39 B).

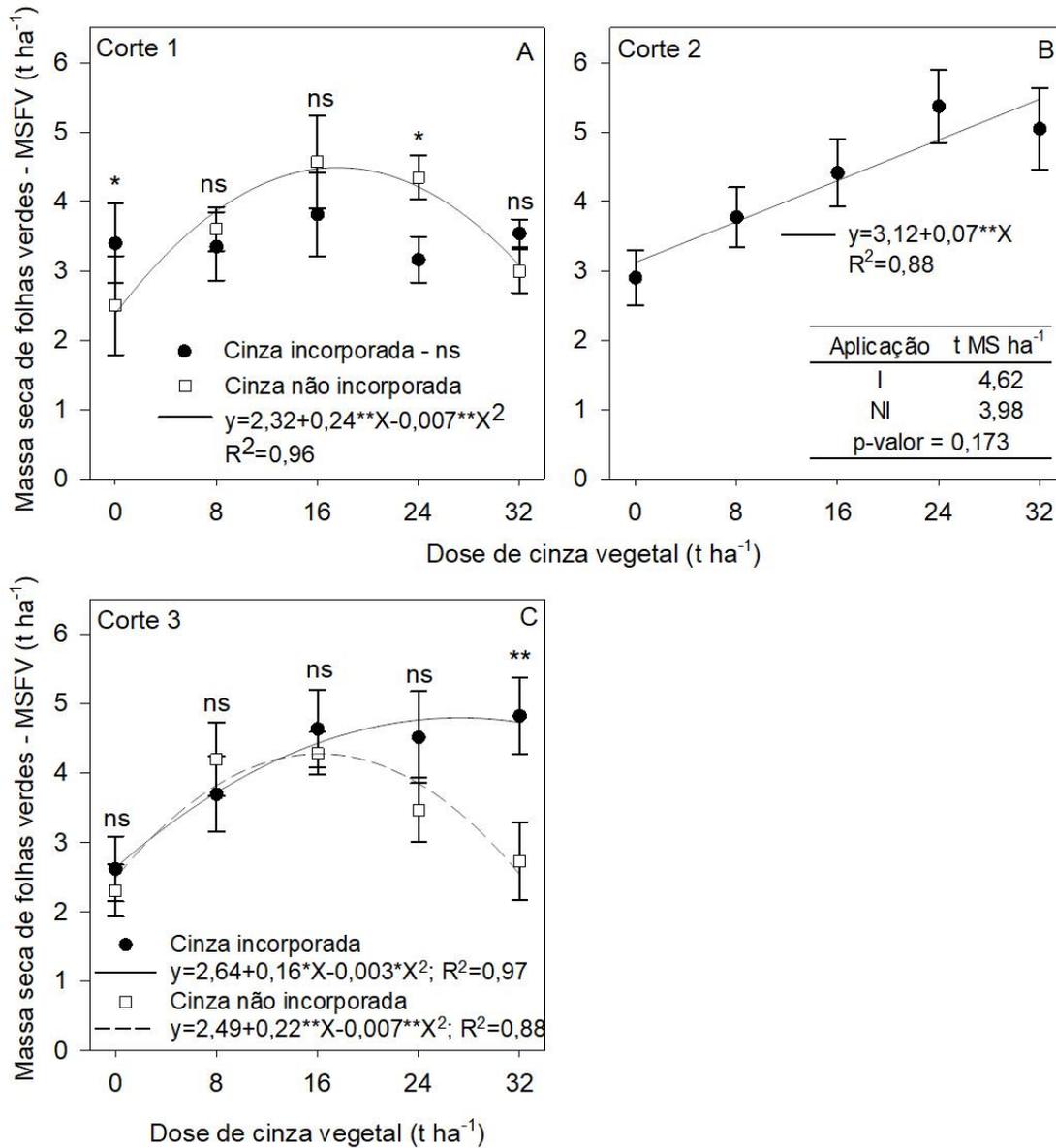


Figura 36. Massa seca de folhas verdes (t MS há⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza em cada dose. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para a massa seca de folhas verdes no segundo ano do experimento, fase de manutenção, houve diferenças significativas entre as doses de cinza aplicadas no primeiro e no terceiro corte, em que os dados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão onde as doses de cinza vegetal de 20 t ha⁻¹

proporcionaram a massa de 4,16 t ha⁻¹ no primeiro corte e de 5,9 t ha⁻¹ no terceiro corte (Figura 40).

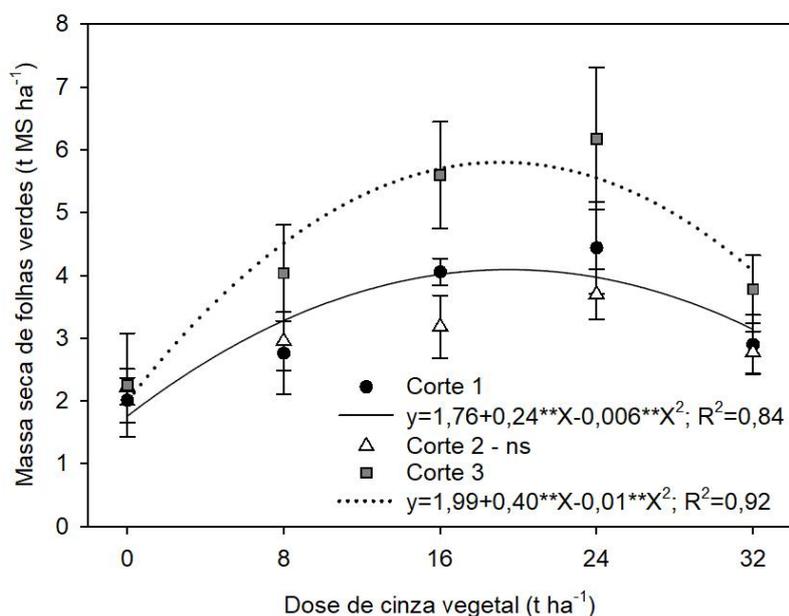


Figura 37. Massa seca de folhas verdes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Os resultados observados neste estudo para componentes produtivos da *Urochloa brizantha* Cv. Paiaguás mostraram que as doses de cinza vegetal próximas a 25 t ha⁻¹, foram capazes de aumentar a produção do pasto, sendo assim pode se afirmar que a cinza vegetal como fonte alternativa de fósforo e potássio proporcionou um melhor desenvolvimento do pasto e conseqüentemente um aumento na produção de massa seca de folhas verdes (Luchini et al., 2012).

Para a massa seca de folhas senescentes no primeiro ano do experimento, fase de implantação, houve interação entre as doses de cinza vegetal e as formas de aplicação em que na forma incorporada a dose de cinza vegetal de 21,25 t ha⁻¹ proporcionou uma massa de 2,42 t ha⁻¹ no primeiro corte na forma não incorporada os dados se comportaram em um modelo quadrático côncavo em que foi necessário um aumento das doses de cinza vegetal para poder visualizar um aumento crescente da massa seca de folhas senescente

(Figura 41 A), enquanto para segundo e terceiro cortes houve diferenças significativas somente para as doses de cinza vegetal aplicadas em que os dados se comportaram em um modelo linear crescente onde as doses de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹) proporcionaram as massas de 1,36 t ha⁻¹ no segundo corte de 1,16 t ha⁻¹ no terceiro corte (Figura 41 B).

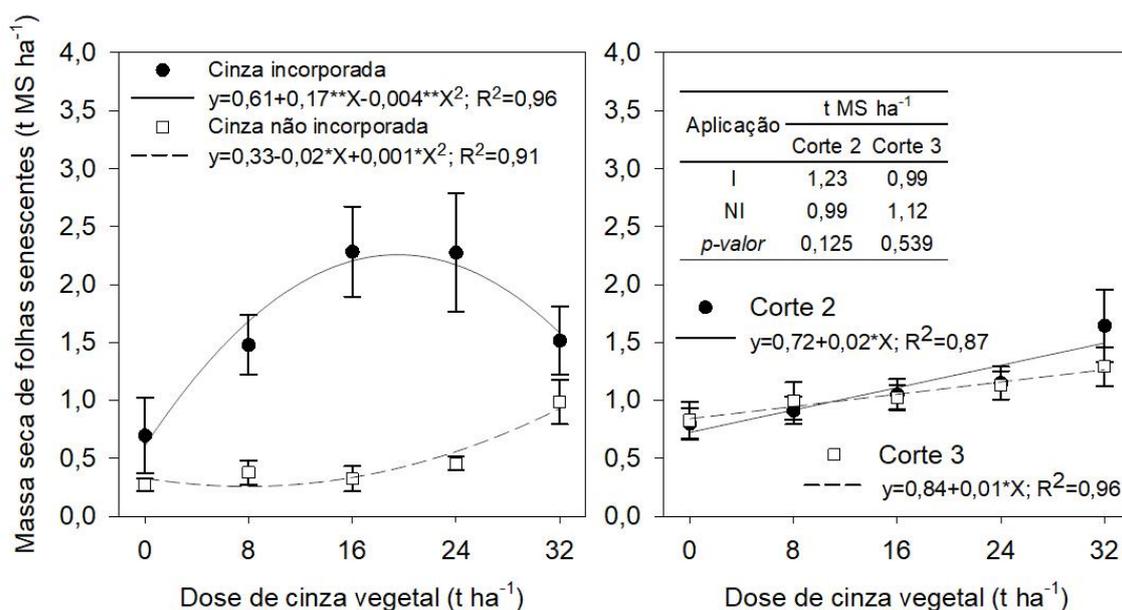


Figura 38. Massa seca de folhas senescentes (t MS há⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

Para a massa seca de folhas senescente no segundo ano houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal aplicadas para o segundo e terceiro cortes em que os dados ajustaram-se a modelos lineares de regressão crescente, onde as doses de cinza vegetal de 32 t ha⁻¹ proporcionaram as massas de 1,09 t ha⁻¹ no segundo corte e 2,46 t ha⁻¹ no terceiro corte (Figura 42).

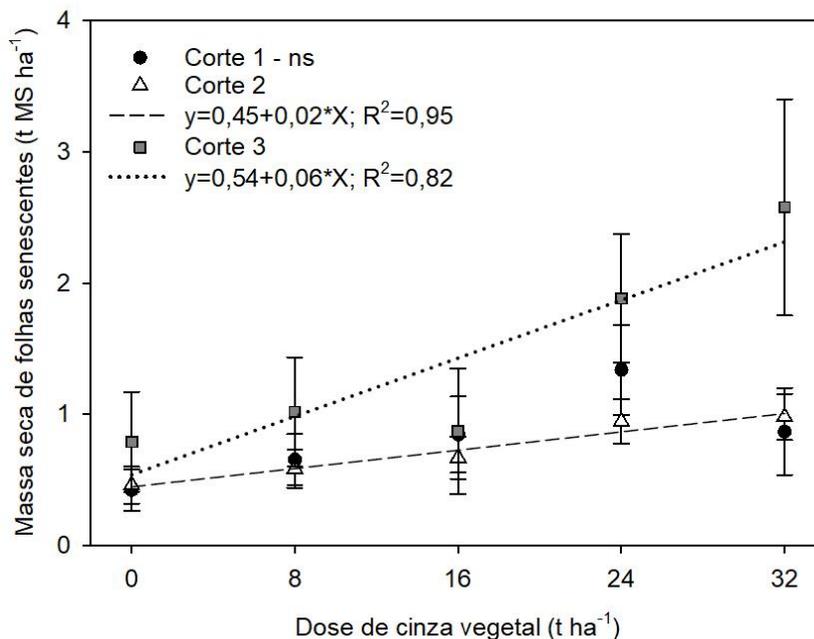


Figura 39. Massa seca de folhas senescentes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

A senescência das folhas pode ser entendida como uma forma de reciclagem de nutrientes valiosas para as plantas, uma vez que neste estudo foi registrada maior massa de folhas senescentes nos últimos cortes do segundo ano do experimento, o que pode estar atribuído a falta de alguns nutrientes (Lemaire et al., 2011).

Outro fato citado é a longevidade das folhas ou processo natural que geralmente acontece nas fases finais de desenvolvimento das plantas em que resultados observados neste estudo no segundo e terceiro cortes do ano da manutenção do pasto houve um aumento linear de folhas senescentes considerando que a taxa de envelhecimento das folhas obedece aos critérios da espécie, disponibilidade hídrica e interação com o ambiente (Martuscello et al., 2015).

Para a produção de forragem no ano de implantação do pasto, considerando o primeiro corte realizado houve diferenças significativas para as doses e formas de aplicação de cinza vegetal, em que a maior massa seca de produção de forragem de 8,15 t ha⁻¹ MS foi observada na dose de cinza vegetal de 16,92 t ha⁻¹ (Figura 43 A) e a forma incorporada proporcionou a maior produção de forragem (Figura 43 B), a produção de forragem apresentou um incremento de 45,64% comparado ao tratamento controle, já para o segundo e terceiro cortes apresentou diferenças significativas somente para as doses de cinza vegetal, em que as maiores massas de produção de forragem de 10,63 t ha⁻¹ e 7,39 t ha⁻¹ MS, respectivamente foram observadas nas doses de cinza vegetal de 23 tha⁻¹.

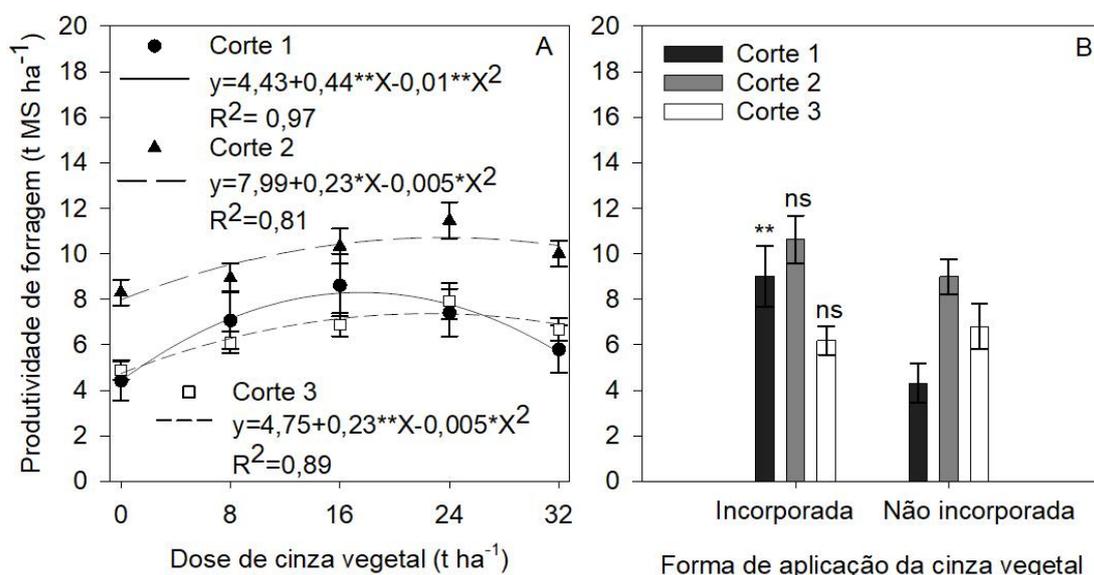


Figura 40. Produtividade de forragem (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás em função de doses de cinza vegetal (A) e formas de aplicação: incorporada - I e não incorporada ao solo - NI (B), em diferentes cortes. **1%, *5% e ^{ns} não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza no mesmo corte. As barras verticais são o erro padrão da média.

No segundo ano de experimento, fase de manutenção, houve diferenças significativas entre as doses de cinza vegetal aplicadas em todos os cortes utilizados em que no primeiro corte a dose de cinza vegetal 23,33 t ha⁻¹ proporcionou uma produtividade de 7,46 t MS ha⁻¹, já no segundo corte a dose

de cinza vegetal foi de 23,75 t ha⁻¹ proporcionou uma produtividade de 7,30 t MS ha⁻¹ enquanto para o terceiro corte a dose de cinza vegetal foi de 26 t ha⁻¹ proporcionou a produção de 12,76 t MS ha⁻¹ (Figura 44).

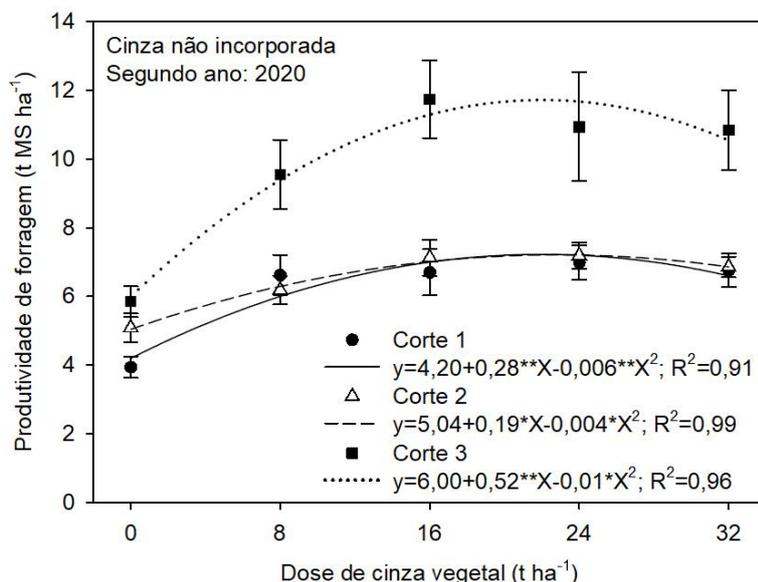


Figura 41. Produtividade de forragem (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, no segundo ano de cultivo, em função de doses de cinza vegetal aplicada em superfície (não incorporada ao solo). **1%, *5% e ^{ns} não significativo. As barras verticais são o erro padrão da média.

Estudo realizado por Ngakpa et al. (2018) utilizando cinco espécies diferentes e observaram que a *Urochloa brizantha* apresentou maior valor de produção (2292,7 kg MS ha⁻¹), considerado o dobro da produção de massa seca de outras espécies como a *Urochloa decumbens*, *Urochloa humidicola*, *Urochloa mutica* e *Urochloa ruziziensis*.

Em estudo realizado por Gobbi et al (2018), para avaliar as características morfológicas de gramíneas do gênero *Urochloa*, observaram destacas para a cv. Paiaguás, independente da estação considerada ao longo do ano, sendo assim 17,5 t ha⁻¹ de massa seca em estação chuvosa e 8,41t ha⁻¹ na estação seca, comprovando a capacidade produtividade do capim-Paiaguás.

Em estudo realizado por Neto et al. (2017) para avaliar a estrutura do pasto e acúmulo de resíduos de pastagens do capim-massai, observaram que a cada aumento de um centímetro na altura do pasto houve um incremento na massa forrageira de 185,1 kg ha⁻¹ de MS, sendo assim avaliações aos 35,40,45

e 50 cm totalizando as massas observadas foi verificado uma massa de 28,33 kg ha⁻¹ para os quatro ciclos, sendo uma média de 7,08 kg ha⁻¹ de massa de forragem a cada 5 cm de altura do pasto, valores que corroboram aos observados neste estudo.

A *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás pode ser uma importante alternativa para cultivo no cerrado brasileiro. Euclides et al. (2016) verificaram que a cv. Paiaguás apresentou maior acúmulo de forragem (17,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹) em relação à cv. Piatã (6,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹), além de melhor valor nutritivo, durante a estação seca, o que resultou em maior desempenho por animal (0,350 kg animal⁻¹ dia⁻¹) e por área (1,53 UA ha⁻¹) nessa época.

Estudo realizado para avaliar Produção e composição química de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de potássio os autores observaram que o potássio contribui no incremento do rendimento da parte aérea do cv. mombaça, onde que a maior massa seca de produção de forragem (6,02 g/vaso), foi obtido ,quando o solo foi adubado com 60 g dm⁻³ de potássio e foi observado que a partir da aplicação de 15 mg dm⁻³ de K, proporcionou-se um incremento de 67,7% no rendimento de Massa seca do *Panicum maximum* cv. mombaça, em relação ao tratamento sem a presença de potássio (Costa et al., 2012).

Visto que a cinza vegetal utilizada neste estudo contém uma grande concentração desse nutriente (Tabela 2), concorda-se de que a cinza foi capaz de responder a necessidade da cultura.

Efeitos positivos do potássio no rendimento de várias espécies foram observados por Malavolta et al. (1997), comprovando o papel de potássio no metabolismo das plantas além disso, as características morfogênicas da cv. Paiaguás indicaram que pode ser considerada uma nova alternativa a ser utilizada em diferentes sistemas de produção, em adição a adubação como cinza vegetal como fonte de macro e micronutrientes.

Os Latossolos do Cerrado são conhecidos como solos com baixa capacidade de retenção de água, ou seja solos susceptíveis a estresse hídrico em períodos secos , o que pode ter tido uma influência direta na redução da produção de forragem no último corte, visto que o último corte da forragem foi realizado no fim do período chuvoso, a pesar da redução de produção de massa de forragem observado foi possível obter uma massa de 7,39 t ha⁻¹ valor superior

quando é comparado com a massa de 5,8 t ha⁻¹ observado por Jones et al.(2013), o que pode estar associado a capacidade da cinza vegetal na retenção de água no solo Ram e Masto (2014).

Massa seca de raiz do pasto de *Urochloa brizantha*

Houve interação entre as doses de cinza vegetal aplicada e as suas formas de aplicação ao solo, a massa seca de raiz da *Urochloa brizantha*, cv.Paiaguás apresentou maior valor (3,67 t ha⁻¹) na forma incorporada e na dose de (19 t ha⁻¹) de cinza vegetal, e para a forma não incorporada, a dose controle proporcionou a maior massa seca (3,41 t ha⁻¹), e que os dados se adequam a uma função exponencial, em que houve uma diminuição na produção de massa seca de raízes (Figura 45).

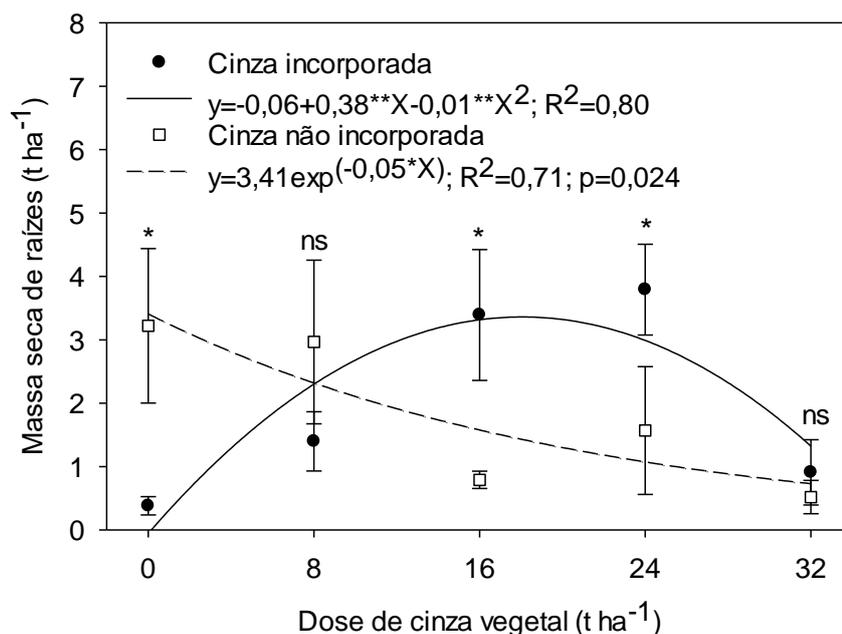


Figura 42. Interação Dose de cinza x forma de aplicação para a massa seca de raízes (t MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. **1%, *5% e ns não significativo, para as regressões e comparação entre as formas de aplicação da cinza na mesma dose. As barras verticais são o erro padrão da média.

Com base nos resultados do presente estudo, possível observar que a não aplicação e a aplicação de cinza vegetal em excesso proporcionaram

decréscimos na produção de massa seca de raiz da planta. O efeito observado nos extremos das doses de cinza aplicadas pode ser devido à exposição direta das células radiculares a cinza vegetal sendo assim acarreta uma redução em virtude a presença de oligoelementos e sais presentes nas cinzas da madeira, conforme relatado anteriormente (Bernstein et al., 2010).

Em estudo realizado por Sousa et al. (2018), com uso de doses de cinza vegetal para simular o nível de salinidade do solo, demonstrou-se um comportamento negativo nas massas secas das raízes do amendoim em relação ao aumento das doses de cinza e que as Plantas que não receberam doses de cinzas (0 t ha^{-1}) tiveram a maior acumulação de matéria seca da raiz. Dados observados neste estudo tiveram um comportamentos semelhantes aos observados por esses autores.

Dados apresentados por Bonfim-Silva et al. (2017), em experimento realizado com capim-piatã adubado com doses de cinza vegetal (0, 5, 10, 15 e 20 g dm^{-3}) em solo coletado em área sob vegetação de Cerrado, observaram que houve um crescimento linear da massa seca de raízes do capim piatã, conforme foi aumentado as doses de cinza, valores que se diferem dos valores observados neste estudo porém mostra-se o poder da cinza vegetal até certas quantidades de fornecer nutrientes como fósforo que proporciona um maior desenvolvimento radicular, pois P em condições ideias na planta, favorece uma maior produção de fotoassimilados que geralmente são redistribuídos para as raízes (Malavolta, 2006).

Produção do pasto de *Urochloa brizantha*

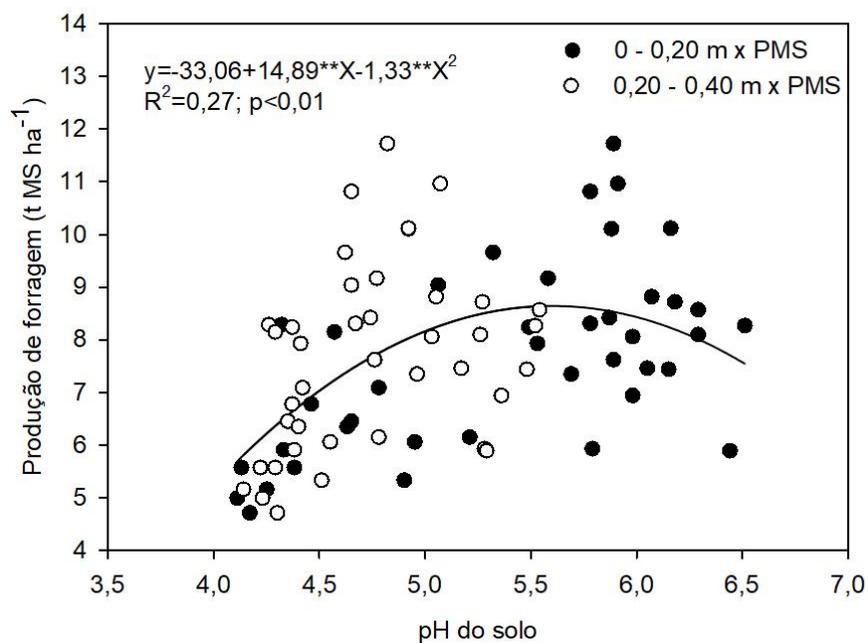


Figura 43. Efeito do pH do solo nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade na produtividade de massa seca de forragem (PMS) da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás no período de implantação da pastagem.

5.0 CONCLUSÕES

Os melhores resultados de desenvolvimento do pasto e produção de massa seca do capim-paiaguás foram observados com a incorporação de cinza vegetal ao solo no ano de implantação do experimento.

No ano de manutenção foram observados os melhores resultados de produção e de desenvolvimento da planta na forma não incorporada, o que pode ser concluído de que na implantação do pasto a aplicação da cinza vegetal pode ser feita de forma incorporada e na manutenção deve ser evitada a sua incorporação.

A cinza vegetal incrementou de forma linear o pH do solo em profundidade de (0-20 cm e de 20-40 cm) a partir da dose de 8 t ha⁻¹ comprovando a sua capacidade de correção da acidez do solo, assim como proporcionou um aumento positivo nos atributos químicos do solo em que aumentou de forma significativa a concentração de fósforo, potássio do solo.

As doses de cinza vegetal no intervalo de 18 a 26 t ha⁻¹ proporcionaram as melhores condições físicas e químicas do solo, além de favorecer a disponibilidade de bases trocáveis como Calcio, Magnésio e Potássio.

De modo geral foi observado o potencial da cinza vegetal como corretivo e fertilizante em Latossolo vermelho distrófico do Cerrado na implantação e manutenção de pastagem de *Urochloa brizantha*.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, 56:137-146, 1999.

ALBUQUERQUE, W; LEOPOLDO DE A. SÁ; RODRIGUES, A. R.; MOURA B. & FILHO S. Crescimento e produtividade da cana-de-açúcar em função de doses e formas de aplicação de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.20, n.1, p.29–35, 2016 Campina Grande, PB, UAEA/UFMG – <http://www.agriambi.com.br> DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p29-35>

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas Forrageiras: gramíneas & leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1999. Reimpresso em 2009. 162p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper n.56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 1998. 300p.

ÁLVAREZ,E; MARTÍNEZ,A.;CALVO,R. Geochemical aspects of aluminum in forest soils in Galicia (N.W. Spain).**Biogeochemistry**, January 1992, Volume 16, Issue 3, pp 167–180 <https://doi.org/10.1007/BF00002817>

AQUINO, F. G.; AGUIAR, L. M. S. **Caracterização e conservação da biodiversidade do bioma cerrado**. In: FALEIRO, F. G.; SOUZA, E. S. (Eds.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p.27-32. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/571723/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-para-o-cerrado>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.61-76, 2008. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=0&evista=145&codigo=1684>. Acesso em: 09 jul. 2018.

ARBESTAIN, M.C., SAGGAR, S. AND LEIFELD, J. (2014) Environmental Benefits and Risks of Biochar Application to Soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 1, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.014>

ARGENTA, G.; SILVA, P. D.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasília**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ARNOUITS, H.; GOOS, P.; JONES, B. Design and analysis of industrial strip-plot experiments. **Quality and Reliability Engineering International** (Wiley Online Library), v.26, n.2, p.127-136, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/qre.1047>

ARROYAVE, C.; TOLRÀ, R.; THUY, T.; BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Differential aluminum resistance in *Brachiaria* species. **Environmental and Experimental Botany**, v.89, p.11-18, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.01.001>

ARSHAD, M. A; SOON, Y. K; AZOOZ, R. H; LUPWAYI, N. Z. & CHANG, S. X. Soil and Crop Response to Wood Ash and Lime Application in Acidic Soils. **Agronomy Journal**. Volume 104, Issue 3 • 2012

BACHE, B.W., SHARP, G.S., 1976. Characterization of mobile aluminium in acid soils. **Geoderma** 15 (2), 91e101.

BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.954-968, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000400010>

BERNSTEIN, N.; SHORESH, M; XU, Y.; HUANG, B. Involvement of the plant antioxidative response in the differential growth sensitivity to salinity of leaves vs roots during cell development. **Free Radical Biology & Medicine** 49 (2010) 1161–1171 <https://doi.jfr/10.1016.2010.06.032>

BEZERRA, G.S.M; SILVA, G. C.; DIFANTE, G.S; NETO, J.V.E; OLIVEIRA, E.M.M; OLIVEIRA, L.E.C. Água residuária da mandioca como fertilizante orgânico em pasto de capim-marandu, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br> ISSN 1807-1929 v.21, n.6, p.404-409, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p404-409>

BEZERRA, M. D. L; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; SOUSA, H. H. F.; DUARTE, T. F.; ESPÍRITO 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, n. 17, p. 1504-1510, 2016. <https://dx.doi.org/10.5897/AJAR2015.10729>

BODDEY, R.; RAO, I.; THOMAS, R. Nutrient cycling and environmental impact of *Brachiaria* pastures. In: MILES, J.; MAASS, B.; VALLE, C. B. (Eds.). **Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement**. CIAT/EMBRAPA, Cali/Brasília, 1996. p.72-86.

BODÍ MB, MARTIN DA, BALFOUR VN, SANTÍN C, DOERR SH, PEREIRA P, CERDÀ A, MATAIX-SOLERA J. 2014. Wildland fire ash: production, composition and eco-hydro-geomorphic effects. **Earth-Science Reviews** 130: 103–127. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.12.007>.

BOND, W. J. Ancient grasslands at risk: highly biodiverse tropical grasslands are at risk from forest-planting efforts. **Science**, v.351, n.6269, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aad5132>

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**, v.29, n.5, p.1215-1225, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15073>

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**, v.29, n.5, p.1215-1225, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15073>

BONFIM-SILVA, E. M.; CASTRO, H. A. W.; REZENDE, P. F.; FAVARE, H. G.; DOURADO, L. G. A.; SOUSA, H. H. F.; SILVA, T. J. A. Wood ash as a corrective and fertilizer in the cultivation of Mombaça and Massai grass in Oxisol. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.21, n.5, p.1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/40069>

BONFIM-SILVA, E. M.; CASTRO, H. A. W.; REZENDE, P. F.; FAVARE, H. G.; DOURADO, L. G. A.; SOUSA, H. H. F.; SILVA, T. J. A. Wood ash as a corrective and fertilizer in the cultivation of Mombaça and Massai grass in Oxisol. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.21, n.5, p.1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/40069>

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S151635982006000500006>

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, n. 8, p. 1641-1649, 2010.

BONFIM-SILVA, E.M., C.C. SANTOS, L.N. FARIAS, M.K.C. VILARINHO, S.L. GUIMARÃES & T.J.A. SILVA. 2012. Características morfológicas e produtivas do capim marandu adubado com fosfato natural reativo em solo de cerrado. **Revista Agroambiente**, 6: 166-171

BONFIM-SILVA, E.M., SANTOS, C.C. AND SILVA, T.J.A. (2015) Wood Ash Fertilization on Structural Characteristics and Chlorophyll Index of Tropical Forage Grasses. **American Journal of Plant Sciences**, 6, 1341-1348. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69133>

BONFIM-SILVA, E.M.; PEREIRA, M.T. J; SILVA, T.J.A.; FENNER, W. Potencial da cinza vegetal como Fertilizante na BRS Piatã no Cerrado Brasileiro Solo. **American Journal of Plant Science**, 2017, 8, 2333-2344 <http://www.scirp.org/journal/ajps> ISSN Online: 2158-2750 ISSN Print: 2158-2742

BONFIM-SILVA, E.M.; PEREIRA, M.T. J; SILVA, T.J.A.; FENNER, W. Potencial da cinza vegetal como Fertilizante na BRS Piatã no Cerrado Brasileiro Solo. **American Journal of Plant Science**, 2017, 8, 2333-2344 <http://www.scirp.org/journal/ajps> ISSN Online: 2158-2750 ISSN Print: 2158-2742

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

BRANDAN, C. P.; CHAVARRÍA, D.; HUIDOBRO, J.; MERILES, J. M.; BRANDAN, C. P.; S GIL, S. V. Influence of a tropical grass (*Brachiaria brizantha* cv. Mulato) as cover crop on soil biochemical properties in a degraded agricultural soil. **European Journal of Soil Biology**, v.83, p.84-90, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.10.009>

BRÉDA, N.J.J. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments e current controversies. **J Exp Bot**,54: 2403-2417.

CAMINHA, F. O.; SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V. D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, feb. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200013>

CANTARUTTI, R.B. MARTINS, C.E., CARVALHO, M.M., FONSECA, D.M., ARRUDA, A.L., VILELA, H., OLIVEIRA, F.T.T. 1999. Pastagens. In: Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T. G. Alvarez V., V.H. (Eds). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. CFSEMG, Viçosa, Brasil. p.43-60.

CARNEIRO, S.; SILVA, S; SANTOS, M; FREITAS, A; SILVA, R. Resposta do capim mombaça sob efeito de fontes e doses de fósforo na adubação de formação. **Journal of food science and technology-Mysore**, v.4, n.1, p.12-25, 2017

CECATO, U.; SKROBOT, V.D; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilhamento e características estruturais do capim Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2008.

CERDÀ A, DOERR SH. 2008. The effect of ash and needle cover on surface runoff and erosion in the immediate post-fire period. **Catena** 74: 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.03.010>.

CLARHOLM, M., 1994. Granulated wood ash and a 'N-free' fertilizer to a forest soil defects on P availability. **Forest Ecology Management** 66 (1e3), 127e136.

COOK, B.G.; PENGELLY, B.C.; BROWN, S.D.; DONNELLY, J.L.; EAGLES, D.A.; FRANCO, M.A.; HANSON, J.; MULLEN, B.F.; PARTRIDGE, I.J.; PETERS, M.; SCHULTZE-KRAFT, R. **Tropical Forages**: an interactive selection tool. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. 2005. Disponível em: <<http://www.tropicalforages.info/>>. Acesso em: 9 ago. 2020.

COSTA, N.L.; PAULINO, V.T.; CARNEIRO, M.S.C.; JOÃO AVELAR MAGALHÃES, J.A.; XAVIER, T.F.; NASCIMENTO, L.E.S.; FURTADO, F.M.V. Produção e composição química de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de potássio. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 21, Ed. 208, Art. 1388, 2012.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Eds.). *Ecology of tropical savannas*. Ecological Studies, 42. Springer-Verlag, Berlin, 1982. p.273-291. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68786-0>

DA SILVA, S. C.; PEREIRA, L. E. T.; SBRISSIA, A. F.; HERNANDEZ-GARAY, A. Carbon and nitrogen reserves in marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, p. 1-15, 2014. <https://doi.org/10.1017/S0021859614001130>

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.

DEMEYER A, NKANA JCV, VERLOO MG (2001) Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresources Technology** 77:287–295

DEMEYER A, NKANA JCV, VERLOO MG (2001). Characteristics potential negative impacts to the environment of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: An overview. **Bioresources Technology** 77:287-295.

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

DEMEYER, A. NKANA, J.C.V., AND VERLOO, M.G. (1998) Chemical Effects of Wood Ash on Plant Growth in Tropical Acid Soils. **Bioresource Technology**, 63, 251-260.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed. Belém: Ed. do Autor, 2011. 215p. DOI: 10.4236/ajps.2017.810156

DIFANTE, G. S., NASCIMENTO JÚNIOR, D., SILVA, S. C., EUCLIDES, V. P. B. & MONTAGNER, D. B. (2011). Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 955-963. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003>

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do centro de pesquisa agropecuária dos cerrados 1977-1978**. v.3. Planaltina, DF, 1979. 192p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF. Embrapa, 2017. 574 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107206/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

ERNANI, P.R.; BAYER, C; & MAESTRI, L. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. **Agronomy Journal**. 94:305–312. doi:10.2134/agronj2002.0305, 2002.

ETIEGNI L, CAMPBELL AG (1991) Physical and chemical characteristics of wood ash. **Bioresources Technology** 37, 173–178. doi:10.1016/0960-8524(91)90207-Z

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.et al. Características morfogênicas e estruturais do capim braquiária em pastagem adubada com adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia** © 2006 Sociedade Brasileira de Zootecnia ISSN impresso: 1516-3598 ISSN on-line: 1806-9290 www.sbz.org.br. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100003>

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v.84, n.2, p.238-243, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>

FERREIRA DF. 2011. Sisvar: **A Computer Statistical Analysis System**. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 1039-1042

FERREIRA EP, FAGERIA NK, DIDONET AD (2012). Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica** vol.43 no.2 Fortaleza Apr./June 2012-ISSN 1806-6690 [http://dx.doi.org/10.1590/S180666902012000200004_43\(2\):228-236](http://dx.doi.org/10.1590/S180666902012000200004_43(2):228-236)

FERREIRA, E. M.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; CUNHA, O. F. R. Características agronômicas do Panicum maximum cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 38, n. 2, p. 484-491, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000200030>

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**, v.43, n.2, p.228-236, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S180666902012000200004>

FERRO, M. M.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; SOUZA, A. L.; VALÉRIO GERON, L. J. Organic reserves in tropical grasses under grazing. *American Journal of Plant Sciences*, v. 06, p. 2329-2338, 2015. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.614236>

FRITZE, H.; PERKIÖMÄKI, J.; PETÄNEN, T.; PERNNANEN, T.; ROMANTSCHUK, M.; KARP, M.; YRJÄLÄUM, K. A microcosmos study on the effects of cd-containing wood ash on the coniferous humus fungal community and the cd bioavailability, *1 J Soils & Sediments* (2001) 1: 146. <https://doi.org/10.1007/BF02986477> (2001), Pp. 146 - 150, 10,1007 / Bf02986477

GABET EJ, STERNBERG P. 2008. The effects of vegetative ash on infiltration capacity, sediment transport, and the generation of progressively bulked debris flows. *Geomorphology* 101: 666–673.

GAGNON, B. AND ZIADI, N. (2012) Papermill biosolids and alkaline residuals affect crop yield and soil properties over nine years of continuous application. *Canadian Journal of Soil Science*. Vol 92, Pp. 917 – 930.

GARGANTINI, H.; MELLO, F. A. F.; ARZOLLA, S. Efeitos da calagem no pH de perfis de solos de cerrado. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v.39, n.2, p.1141-1158, 1982. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0071-12761982000200026>

GIBSON, D. J. **Grasses and grassland ecology**. Oxford University Press, New York, 2009. 305p.

GOBBI, F.K; LUGÃO, S.M; BETT, V; ABRAHÃO, J.J.S; TACAIAMA, A.A.K. Massa De Forragem E Características Morfológicas De Gramíneas Do Gênero *Brachiaria* Na Região Do Arenito Caiuá/Pr. **Boletim Industria Animal**, Nova Odessa, v.75, p.1-9, 2018 <https://doi.org/10.17523/bia>

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; LIMA, E. V.; GAMA, M. A. P.; SILVA, A. L. P. Fosfato natural e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizantha* em Latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 52, p. 117-129, 2009.

HÅNELL, B.; MAGNUSSONAN, T. evaluation of land suitability for forest fertilization with biofuel ash on organic soils in Sweden. **Forest Ecology and Management** 209 (2005) 43–55

HANISCH, A.L.; CÓRDOVA, U.A.; RECH, A.F.; ROSA, J.L. Produção De Forragem e valor nutritivo de fluva sob intervalos de corte. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.16, n.1, p.19-26, Jan/Fev 2015 ISSN 1519-1125 (printed) and 1983-2443 (on-line)

HUNKE, P.; ROLLER, R.; ZEILHOFER, P.; SCHRÖDER, B.; MUELLER, E. N. Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. **Geoderma Regional**, v.4, p.31-43, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2014.12.001>

HUOTARI, N., TILLMAN-SUTELA, E. AND KUBIN, E. 2011. Ground vegetation has a major role in element dynamics in an ash fertilized cut-away peatland. **Forest Ecology and Management**. 261: 2081-2088

HUOTARI, N.; TILLMAN-SUTELA, E.; MOILANEN, M.; LAIHO, R. Recycling of ash – for the good of the environment? **Forest Ecology and Management** , 348 (2015), pp. 226-240 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.008>

HYTÖNEN, J., & ARO, L. (2012). Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. **The Finnish Society of Forest Science and The Finnish Forest Research Institute**, ISSN 0037-5330 46, 377–394.

IBA - Estatísticas da Indústria Brasileira de Árvores. 2018. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/destaque/cenarios_dezembro_imprensa.pdf>. Acesso em 22 de fevereiro de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Estabelecimentos. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. Acesso em: 10 set. 2018.

IBGE. **Mapa biomas: vegetação brasileira – 1:5000000**. Rio de Janeiro, 2004b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

JIMÉNEZ, J. J.; LAL, R. Mechanisms of C sequestration in soils of Latin America. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.25, n.4, p.337-365, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/0735268060094240>

JONES, A., BREUNING-MADSEN, H., BROSSARD, M., DAMPHA, A., DECKERS, J., DEWITTE, O., GALLALI, T., HALLETT, S., KILASARA, M., LE ROUX, P., MICHELI, E., MONTANARELLA, L., SPAARGAREN, O., THIOMBIANO, L., VAN RANST, E., YEMEFACK, M. AND ZOUGMORE, R.E. 2013. **Soil atlas of Africa**. European Commission, Publication office of the European Union, Luxembourg.

KIKAMÄGI, K. AND OTS, K. 2010. Stimulating the growth of trees with ashes of various biofuels (wood, peat) on a cutaway peatland. **Forestry studies** 52: 60–71. <https://10.2478/v10132-011-0083-9>

KIKAMÄGI, K., KUZNETSOVA, T. AND OTS, K. 2013. Effect of wood ash on the biomass production and nutrient status of young silver birch (*Betula pendula* Roth) trees on cutaway peatlands in Estonia. **Ecological Engineering** 58:17–25.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.707-713, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.). Integração lavoura pecuária. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2003. p.185-223.

LAUBER, C.L; HAMADY, M.; CAVALEIRO, R.; FIERER, N. Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale Appl. **Environement Microbiology**, 75 (2009), pp. 5111-5120

LEMAIRE, G., HODGSON, J. & CHABBI, A. (2011). Grassland productivity and ecosystem services. **Wallingford: CABI**, 287p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. 2.ed. São Paulo, SP: ANDA (**Boletim técnico**, 5), 1994. 56p. http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_05.pdf

LUCHINI, I., C.S. TIRITAN, J.S.S. FOLONI & D.H. SANTOS. 2012. Fósforo disponível em solos ácidos e corrigidos com aplicação de fosfatos solúvel, reativo e natural. **Scientia Agraria Paranaensis** 11:82-94

NGAKPA, M.D.G. MONDE-TE-KAZANBGA, N.U. NYONGOMBE, K.T.N. NGBOLU (2018) Évaluation de la productivité de cinq graminées tropicales du genre Brachiaria à Kisangani, République Démocratique du Congo. **Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires**. 6 (4)

MACEDO, C. H. O.; ANDRADE, A. P.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S.; SILVA, T. C.; EDVAN, R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 371-382, 2012.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de Pinus taeda à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.28, n.56, p.43-52, 2008. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/61>

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

MALAVOLTA, E. Resenha de livro: Fósforo em solo e planta em condições tropicais (NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.). **Informações Agronômicas**, n.87, 1999.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. OLIVEIRA, S. A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: **Princípios e Aplicações**. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p., 1997.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA, 2017. 240p.

MARCHESAN, R.; PARIS, W.; ZIECH, M.F. et al. (2013). Produção e composição química bromatológica de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* L. Pers) sob pastejo contínuo no período hibernar. Semina: **Ciências Agrárias.**, v.34, p.1935-1944, 2013.

MARTUSCELLO, J. A., et al. (2015). Nitrogen fertilization in massai grass: production and morphogenesis. **Ciência Animal Brasileira**, 16 (1), 1-13.

MBAH CN, NWITE JN, NJOKU C AND NWEKE IA. (2010). Response of Maize (*Zea Mays* L.) To Different Rates of Wood-Ash Application In Acid Ultisol In Southeast Nigeria. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 5, Pp. 580-583

MEGDA, M. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogen and potassium supply and the morphogenic and productive characteristics of marandu palisade grass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1666-1675, 2010.

cMEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. B.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L., eds. **Fertilidade do Solo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.65-90.

MILES, J. W.; VALLE, C. B.; RAO, I. M.; EUCLIDES, V. P. B. **Brachiaria grasses**. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (Eds.). *Agronomy Monograph No. 45*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, 2004. p.745-783. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/>

MINOLTA CAMERA CO.LTD (1989). chlorophyll metter SPAD-502 **Instructional manual Minolta**, Osaka, Japan. P.22.

MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JR, D. D; SOUSA, B. M. L.; VILELA, H. H.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; CARLOTO, M. N. Morphogenetic and structural characteristics of tillers of guinea grass of different age and grazing severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2105-2110, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001000006>

MOODY JA, SHAKESBY RA, ROBICHAUD PR, CANNON SH, MARTIN DA. 2013. Current research issues related to post-wildfire runoff and erosion processes. **Earth-Science Reviews** 122: 10–37. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.03.004>.

MOREIRA, S. A; THOMÉ, K. M; FERREIRA, P. DA S; BOTELHO FILHO, F. B. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola **Custos e @gronegócios** on line - v. 5, n. 3 - Set/Dez - 2009. ISSN 1808-2882 www.custoseagronegocioonline.com.br

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>

NETO, J.V.E.; DIFANTE, G.S.; LANA, A.M.Q.; CAMPOS, N.R.F.; VERAS, E.L.L.; MORAES, J.D. Sward structure and herbage accumulation of Massai guinea grass Pastures Managed According to Pre-Grazing Heights, in the Northeast of Brazil. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 9, No. 4; 2017 ISSN 1916-9752.

OCHECOVA, P.; TLUSTOS, P.; SZAKOVA, J. Wheat and Soil Response to Wood Fly Ash Application in Contaminated Soils. **Agronomy Journal**. 2014, 106, 995–1002.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CECON, P. R. Produção e valor nutritivo do capim-Coast Cross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.694-703, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000300022>

OSAKI, F. M. R. 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. http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/darolt_qualcinzasv.pdf

PACIULLO DSC (2002). Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural** 32(2):357-364.

PATÊS, M. N. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, G. G. P.; FREIRE, M. A. L. Características morfogênicas e estruturais do ca pimtanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1736-1741, 2007.

PEREIRA R. C.; DAVIDE, L. C.; TECHIO, V. H.; TIMBÓ, A. L. O. Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1278-1285, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000700023>

PEREIRA, A. V.; VALLE, C. B.; FERREIRA, R. P.; MILES, J. W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Orgs.). **Recursos genéticos e melhoramento-plantas**. Cuiabá, 2001, v.1, p.549-601.

PIEKARCZYK, M., KOBIERSKI, M., GAŁĘZEWSKI, L. (2017). The influence of the application of barley, wheat and rape straw ash into sandy soil on the changes of soil reaction and the content of available phosphorus, potassium and magnesium. **Acta Science Poland Agricultura**, 16(3), 139–146

PIVA, R.; BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L.; AYUB, R. A.; ROMBOLÀ, A. D. Adubação de manutenção em videiras cv. Bordô utilizando-se cinzas vegetais e esterco bovino em sistema orgânico. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. v. 9, n. 2, p. 219-224, 2014.

POCZYNEK, M. NEUMANN, M. HORST, E.H. LEÃO, G.F.M. UENO, R.K. Capacidade produtiva e qualidade nutricional de gramíneas perenes submetidas a sistema contínuo de cortes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.68, n.3, p.785-794, 2016

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfofisiológicas do capim-Aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.1187-1210, 2010.

POOZESH V., CASTILLON ASTILLON P., CRUZ P. AND BERTONI G. (2010) Re-evaluation of the liming-fertilization interaction in grasslands on poor and acid soils. **Grass and Forage Science**, 65, 260–272 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00800.x>

PORTO EMV, ALVES DD, VITOR CMT, GOMES VM, SILVA MF & VID AMSS (2012) Rendimento forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses crescentes de fósforo. **Scientia Agraria Paranaensis**, 11:25-34.

RAM, L. C.; MASTO, R. E. Fly ash for soil amelioration: A review on the influence of ash blending with inorganic and organic amendments. **Earth-Science Reviews**, v.128, p.52-74, 2014.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C. H. S. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Eds.). **Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement**. CIAT, Colombia, 1996. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 117-129, 2009.

RING, E.; JACOBSON, S.; NOHRSTEDT, H. Ö. Soil-solution chemistry in a coniferous stand after adding wood ash and nitrogen. **Canadian Journal of Forest Research**, v.36, n.1, p.153163, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1139/x05-242>.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. DE C.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.394-400, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000300003>

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

RÖSER D., ASIKAINEN A., RAULUND-RASMUSSEN K., STUPAK I. (2008) Review of recommendations for forest energy harvesting and wood ash recycling (eds) Sustainable Use of Forest Biomass for energy. **Managing Forest Ecosystems**, vol 12. Springer, DOI https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5054-1_7

SAARSALMI, A.; SMOLANDER, A.; KUKKOLA, M.; MOILANEN, M.; SARAMÄKI J. 30-Year Effects on Wood ash and Nitrogen Fertilization on Soil Chemical Properties, Soil Microbial Processes, and Stand Growth in a Pine Forest, **Ecology management**, 278 (2012), Pp. 63 – 70. DOI: .org/10.1016/j.foreco.

SALES, ECJ, MONÇÃO FP, PEREIRA DA, MOTA VACM, REIS ST, PIRES DAA, ALVES DD, SAMPAIO JPR (2013) Produção de capim-marandu sob doses de nitrogênio em duas alturas de resíduos pós corte. **Unimontes Científica** 15(2):42-54.

SALES, ECJ, REIS ST, MONÇÃO FP, ANTUNES AB, ALVES DD, AGUIAR ACR, ANTUNES APS, MOTA VACM (2014 b) Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização de nitrogênio no capim marandu. **Revista Agrarian** 7(25):434-446.

SALES, ECJ, REIS ST, ROCHA JÚNIOR VR, MONÇÃO FP, MATOS VM, PEREIRA DA, AGUIAR ACR, ANTUNES APS (2014a) Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. *Semina: Ciências Agrárias* 35(5):2673-2684.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. Sistema radicular de plantas e qualidade do solo. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste (**Comunicado Técnico**, 198), 2014. 6p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005326/1/COT198.pdf> >. Acesso em: 12 jul. 2018.

SANTOS CC, BONFIM-SILVA EM, SILVA TJA (2014). Tropical grass fertilized with wood ash in Cerrado Oxisol: Concentrations of calcium, magnesium and sulphur. **African Journal of Agriculture Research**. 9(19):1495-1501.

SANTOS, D, C.; FONSECA, S. F.; BELÉM, R. A. Características físico-químicas do solo e aspectos fitofisionômicos de uma mata ciliar e cerrado típico em Pirapora-MG. **Élisée**, v.4, n.1, p.91-113, 2015. <http://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/3448> SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **User's guide**. v.8.0. Cary: SAS Institute, 2000.

SBRISSIA, A.F. E SILVA, S.C. 2008. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-mareu sob lotação contínua. **Rev Bras Zootecnia**, 37: 212-220.

SCHIEMENZ K., KERN J., PAULSEN HM., BACHMANN S., EICHLER-LÖBERMANN B. Phosphorus Fertilizing Effects of Biomass Ashes. In: Insam H., Knapp B. (eds) *Recycling of Biomass Ashes* (2011). **Springer**, Berlin, Heidelberg https://doi.org/10.1007/978-3-642-19354-5_2

SILVA, A. M.; CANUTO, D.S.O.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S.; MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES, M.L.T.; SAKAMOTO, A.Y. Características químicas de um Latossolo vermelho em recuperação sob plantio de pinus spp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1049-1060, out.-dez., 2016 ISSN 0103-9954

SILVA, C.G.; COSTA, A.B.; FONSECA, A.M.; TERRA, M.A.; LEONEL, F.F. **Quantidade ideal de cinza vegetal na germinação de sementes de alfafa.** Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI), VII, Palmas, 2012. Resumos, 2012.

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

SILVA, F.R.; ALBUQUERQUE, J.A.; GATIBONI, L.C.; MARANGONI, J.M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do Planalto Catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.10, n.6, p.475-482, 2009.

SILVA, J.L; RIBEIRO, K.G; HERCULANO, B.N; PEREIRA, O.G; PEREIRA, R.C; SOARES, L.F.P. assa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de brachiaria e panicum. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, V.17, N.3, P. 342-348 Jul./Set. 2016 DOI: 10.1590/1089-6891v17i332914

SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L.; SBRISSIA, A. F.; OLIVEIRA, D. E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A. V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v.151, n.5, p.727-739, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859612000858>.

SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM,2., 2004, **Viçosa Anais...** Viçosa, MG: UFV,2004. p. 347-385.

SILVA, S.C., SBRISSIA, A.F., PEREIRA, L.E.T. Ecophysiology of C4 forage grasses understanding plant growth for optimising their use and management. **Agriculture**, v.5, p.598-625, 2015.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO J.D. E EUCLIDES, V.B.P. 2008. **PASTAGENS: conceitos básicos, produção e manejo.** Suprema. Viçosa. 115 pp.

SOUSA,V.L;SILVA,I.T;SILVA,S.A;DIAS,J.T;SOUSA,G.E;MOURA,G.J;MAGALHÃES,B.W NETO,G.C.A. wood ash as Attenuate of Saline Stress in Peanut (*Arachis hypogaea L.*).**Journal of Experimental Agriculture International** DOI: 10.9734/JEAI/2018/40730

SOUZA, F. H. D.; POTT, E. B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. C.; Rodrigues, A. A. **Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens.** 1.ed. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 241p.

TEIXEIRA, S.O; TEIXEIRA, R.O; SANTOS, V.B; CARVALHO, M.A.C; YAMASHITA, O.M. Doses de fósforo e nitrogênio na produção de Brachiaria híbrida cv. Mulato II. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.1, p. 028-034, jan/fev, 2018. 10.1590/0034-737X201865010005

TEUBER, L.; OSBURG, V.; TOPOROWSKI, W.; MILITZ, H. A wood polymer composites and their contribution to cascading utilization. **Journal of Cleaner**

Production Volume 110, 1 January 2016, Pages 9-15 ., 110 (2015), Pp. 9 – 15
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.009>

TILMAN, CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v.418, p. 671–677, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature01014>

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. Soil fertility and fertilizers. 5.ed. New York, **MacMillan Publishing**, 1993. 634p.

TLUSTOŠ, P. OCHECOVÁ, J. SZÁKOVÁ, I. PERNÁ, T. HANZLÍČEK, J. HABART, P. STRAKA Quality monitoring of ash from biomass combustion Certified Methodology, 22, **Czech University of Life Sciences Prague** (2012) (in Czech)

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria* (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.1, p.121-122, 2013. DOI: [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(1\)121-122](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(1)121-122)

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M. MARTUSCELLO, J. A. (Eds.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. p.30-77

VALLE, C. B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. (Eds.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p.13-53.

VALLE, C.B., EUCLIDES, V.P.B. AND MACEDO, M.C.M. (2000) Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. **Simpósio sobre manejo da Pastagem**, Piracicaba, 65-108.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

VASCONCELOS, C. N. **Pastagens: implantação e manejo**. Salvador, EBDA. 2006. 117p.

VENZON, M. **Modificações mecânicas do amostrador de colunas de solo e utilização do poliuretano expansível para acondicionamento da amostra**. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical), Universidade Federal de Mato Grosso, 2018. 100p.

VILELA, H. **Série Gramíneas Tropicais - Gênero Panicum** (*Panicum maximum*–Mombaça - Capim). Disponível em: <
http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_panicum_mombaca.htm > Acesso em: 03 janeiro de 2017.

VILELA, T.W.; MINIGHIN, D.C.; GONÇALVES, L.C.; VILLANOVA, D.F.Q.; MAURICIO, R.M.; PEREIRA, R.V.G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: uma revisão. **PUBVET** v.11, n.10, p.1036-1045, Out, 2017

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, N. A.; ALMEIDA, R. G. **Recuperação de pastagens degradadas**. Brasília, MAPA & Embrapa, 2011.