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

CINZA VEGETAL E UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DO GLADÍOLO

MARCEL THOMAS JOB PEREIRA

RONDONÓPOLIS - MT
2014

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

CINZA VEGETAL E UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DO GLADÍOLO

MARCEL THOMAS JOB PEREIRA
Engenheiro Agrícola e Ambiental

Orientador (a): Profº. Drº. TONNY JOSÉ ARAÚJO DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Linha de pesquisa: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

RONDONÓPOLIS–MT
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

J62c Job Pereira, Marcel Thomas.
Cinza vegetal e umidade do solo no cultivo do Gladíolo / Marcel Thomas Job Pereira. -- 2014
86 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Tonny José Araújo da Silva.
Co-orientadora: Edna Maria Bonfim da Silva. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Manejo de irrigação. 2. Plantas ornamentais. 3. 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.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: CINZA VEGETAL E UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DO GLADÍOLO
Autor: MARCEL THOMAS JOB PEREIRA
Orientadora: Dr. TONNY JOSÉ ARAÚJO DA SILVA

Aprovado em 04 de dezembro de 2014.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva
(Universidade Federal de Mato Grosso)
(Orientador)

Profa. Dra. Edna Maria Bonfim-Silva
(Universidade Federal de Mato Grosso)

Prof. Dr. Cláudio Ricardo da Silva
(Universidade Federal de Uberlândia)
(Membro externo)

Aos meus pais, **Celso** e **Márcia**, pelo apoio, amizade, carinho e ensinamentos repassados.

Ao meu irmão, **Gabriel**, pela amizade, pela espontaneidade, pelas alegrias e pelo respeito.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela Tua presença em todos os momentos nesta jornada. Agradeço a Ele, pela direção e pela proteção.

Aos meus pais, Celso Pereira e Márcia Pereira, pelos valores repassados, pelo o apoio nas minhas escolhas, pela amizade, pela confiança e também por compartilhar e apoiar meus anseios na vida. Agradeço a eles por serem meus pilares de sustentação.

A Universidade Federal de Mato Grosso, uma instituição que a cada dia se transforma e avança, proporcionando uma inesgotável fonte de conhecimento no ensino e pesquisa, através do seu respeitado quadro de docentes e pesquisadores. Tenho orgulho de ter participado dessa equipe.

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

Aos meus orientadores, Prof.Dr. Tonny José Araújo da Silva e Profª. Drª. Edna Maria Bonfim da Silva, que de forma harmoniosa, me repassaram o conhecimento e os valores éticos que rege a pesquisa. Agradeço a Prof. Drª Edna por ter despertado em mim na graduação, essa linha do conhecimento, que no qual tenho afinidade e anseio cada vez mais busca-la. Agradeço a ela, pelas oportunidades, pelos conselhos, pelas advertências e pelos momentos de descontração vividos no Laboratório de Solos e Produção Vegetal. Agradeço ao Prof. Dr. Tonny meu orientador oficial, pelos seus ensinamentos, competência, dedicação, incentivo, e exemplo de profissionalismo com que me orientou.

Agradeço a aquelas pessoas, que durante toda minha formação (graduação e pós-graduação), esteve comigo, dividindo alegrias, tristezas, sonhos, e que por certo, jamais me esquecerei. Agradeço a vocês (Ellen Cristina; Júlio Fornazier; Jakeline Oliveira; Janaina Maíra; Julyane Fontenelli; João Angelo; Samara Lorraine e Elias Franca), pela afeição construída ao longo destes anos.

Em especial, quero agradecer à vocês, Jakeline Rosa de Oliveira, Ellen Cristina Alves de Anicésio, e Júlio Cezar Fornazier de Moreira, pela amizade construída ao longo desses sete anos. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa.

Aos professores do programa de pós-graduação em Engenharia, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma

especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e consequentemente para minha formação profissional.

Por fim, gostaria de enfatizar minha gratidão a minha família e aos meus amigos, pelo carinho e pela compreensão nos momentos de dedicação exclusiva aos estudos. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado, meu eterno AGRADECIMENTO.

CINZA VEGETAL E UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DO GLADÍOLO

RESUMO: O manejo de adubação através da utilização de resíduos provenientes da queima de material vegetal, associada ao manejo da irrigação, tem demonstrado uma estratégia sustentável para aumento de produção de plantas ornamentais em casa de vegetação. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do gladíolo submetidos a doses de cinza vegetal e umidades volumétricas em Latossolo Vermelho do Cerrado. O experimento foi realizado em condições controladas, de abril à setembro de 2014, na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 5x5, totalizando 25 tratamentos, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de cinco doses de cinza vegetal (0, 8, 16, 24 e 32 g dm^{-3}), e cinco umidades volumétricas do solo (7, 14, 21, 28, e 35%). O manejo de irrigação foi realizado com a utilização da sonda portátil Diviner 2000. A espécie utilizada foi *Gladiolus x grandiflorus L.*, da cultivar White Friendship. Foram avaliadas: altura de plantas, número de folhas, índice de clorofila (leitura SPAD), massa seca da parte aérea e raiz, comprimento de espiga e haste floral, diâmetro da flor, número de flor, número de dias para o florescimento, diâmetro e peso do cormo, e número de cormilhos. Os resultados foram submetidos à análise em superfície de resposta através do emprego do "Statistical Analysis System". Foi observado resposta quadrática para diâmetro de flor (11,61 g dm^{-3}); número de flor (11,64 g dm^{-3}); número de dias para o florescimento (8 g dm^{-3}). Para o crescimento do gladíolo (altura, número de folhas e massa seca da parte aérea), a faixa de umidade ideal ficou entre 26 à 29%; para produção de flor (comprimento de espiga e haste, e número de flor), na faixa entre 31 à 34%; para produção de cormos na umidade de 28%. Os melhores resultados para índice de clorofila e comprimento de haste e espiga floral, peso e diâmetro de cormos dependem da combinação de doses de cinza vegetal com a umidade do solo em níveis adequadas. As doses de cinza vegetal aumenta o pH e a capacidade de retenção de água no solo. As umidades próximos a capacidade de campo proporcionaram os melhores resultados de produção e desenvolvimento do Gladíolo White Friendship em Latossolo Vermelho do Cerrado.

Palavras-chaves: Manejo de irrigação, plantas ornamentais, Resíduo sólido na agricultura.

WOOD ASH AND WATER CONTENT SOIL ON THE CULTIVATION OF GLADIOLUS

ABSTRACT: The fertilizer management through the use of residue from the plant material burns, associated with irrigation management has demonstrated a sustainable strategy to increase production of ornamental plants in the greenhouse. The objective was to evaluate the development of gladiolus submitted to doses of wood ash and water soil contents in Cerrado Oxisol. The experiment was conducted under controlled conditions, from April to September 2014, the Federal University of Mato Grosso, Campus Rondonopolis. The experimental design was randomized blocks, arranged in factorial 5x5, totaling 25 treatments with four replications. The treatments consisted of five doses of wood ash (0, 8, 16, 24 and 32 g dm-3) and five volumetric soil moisture (7, 14, 21, 28, and 35%). The irrigation management was carried out with the use of portable probe Diviner 2000. The species used was Gladiolus x grandiflorus L., cultivar White Friendship. Were evaluated: plant height, number of leaves, chlorophyll index (SPAD reading), dry weight of shoot and root, floral spike and floral stem length, flower diameter, flower number, number of days to flowering, diameter and weight corm and number of cormilhos. The results were analyzed in response surface through the use of "Statistical Analysis System". Observed was quadratic response for flower diameter (11.61 g dm-3); Flower number (11.64 g dm-3); number of days to flowering (8 g dm-3). For the growth of gladiolus (height, number of leaves and dry weight of shoots), the ideal moisture range was between 26 to 29%; for flower production (floral spike length and floral stem, and flower number), in the range of 31 to 34%; to produce corms in moisture of 28%. The best results for chlorophyll index and stem length and floral spike, weight and corms diameter depend on the combination of vegetable ash doses of soil moisture at appropriate levels. The doses wood ash increases the pH and water retention capacity of the soil. The moisture near field capacity provided the best results of production and development of Gladiolus White Friendship in Oxisol of the Cerrado.

Key-words: Irrigation management, ornamental plants, solid waste in agriculture.

LISTAS DE FIGURAS

Pagina

Figura 1. Caracterização da localização geográfica do experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso. 16º27'49"S e 54º34'46"O Rondonópolis - MT..... 23

Figura 2. Vista geral das unidades experimentais de Gladíolos White Friendship submetidos a doses de cinza vegetal e umidade do solo aos 30 dias após a emergência..... 24

Figura 3. Flores de gladíolo (White Friendship) aos 62 dias da emergência submetido a doses de cinza vegetal e umidade do solo. Rondonópolis - MT..... 25

Figura 4. Classificação do diâmetro dos cormos de gladíolos com auxilio de paquímetro digital (A). Separação dos cormos de acordo com a classificação de seu diâmetro (B)..... 25

Figura 5. Galão de arla 32 adaptado para vaso experimental (A). Após selecionado o centro do vaso, este foi furado com serra copo e furadeira (B). Vaso pronto para a instalação do tubo de acesso (C). Cinco unidades experimentais prontas com tubo de acesso instalado (D). Detalhe do tubo de acesso instalado nos vasos (E). Preenchimento de solo nos vasos (F). Vista parcial (Bloco I) das unidades experimentais com Latossolo Vermelho (G)..... 28

Figura 6. Sonda de capacitância Diviner 2000 utilizado nas unidades experimentais. 31

Figura 7. Representação das unidade experimentais com a calibração dos pontos de leitura da umidade volumétrica do solo. Pontos usados (verde e azul); Pontos excluídos (vermelho).. 31

Figura 8. Determinação da altura de plantas de Gladíolo com régua graduada (A). Determinação do índice de clorofila (leitura SPAD) (B). 33

Figura 9. Unidade experimental com suas plantas cortadas destinadas para avaliação de flores, deixando somente as plantas para avaliação de produção de cormos. 33

Figura 10. Determinação do comprimento da espiga floral (A). Determinação do comprimento da haste floral (B)..... 34

Figura 11. Separação da haste floral das folhas de Gladíolo na colheita. 35

Figura 12. Visualização do murchamento da flor basal (A). Visualização do murchamento do flor apical (B). 35

Figura 13. Produção de raiz, cormos e cormilhos sob doses de cinza vegetal e umidades do solo em Latossolo Vermelho. 36

Figura 14. Capacidade máxima de retenção de água pelo solo em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. 38

Figura 15. pH do solo aos 30 dias (antes do plantio) e aos 150 dias (no término de condução do experimento), em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho..... 39

Figura 16. Altura do Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.. 41

Figura 17. Altura do Gladíolo White Friendship, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 42

Figura 18. Número de folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 59 DAE, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.. 43

Figura 19. Número de folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 59 DAE, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 44

Figura 20. Número de folhas de Gladíolo aos 66 DAE, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo.. 45

Figura 21. Índice de clorofila (SPAD) das folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 66 DAE, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.. 46

Figura 22. Índice de clorofila (SPAD) das folhas de Gladíolo aos 45 e 52 DAE, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 47

Figura 23. Índice de clorofila (SPAD) em folhas de Gladíolo aos 59 DAE, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo..... 48

Figura 24. Massa seca da parte aérea (Folhas+Haste) do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. 49

Figura 25. Massa seca da parte aérea (Folhas+Haste) do Gladíolo, em função das doses umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 50

Figura 26. Massa seca de raiz do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.. 52

Figura 27. Massa seca de raiz do Gladíolo, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 54

Figura 28. Comprimento da espiga floral no ponto de colheita, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo.. 55

Figura 29. Comprimento da haste floral no ponto de colheita, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo.. 56

Figura 30. Diâmetro da flor do Gladíolo White Friendship (Flor basal), em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudadas isoladamente.. 58

Figura 31. Número de flores por haste floral de Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente.. 59

Figura 32. Massa fresca de haste floral de Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente.. 61

Figura 33. Número de dias para o florescimento do Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.. 62

Figura 34. Número de dias para o florescimento do Gladíolo White Friendship, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho.. 63

Figura 35. Diâmetro do cormo de Gladíolo White Friendship produzido, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo..... 65

Figura 36. Peso do cormo de Gladíolo White Friendship produzido, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo.. 65

Figura 37. Número de cormilhos de Gladíolo White Friendship produzido, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente.. 67

LISTA DE TABELAS

Pagina

Tabela 1. Análise química e granulométrica de amostra de Latossolo Vermelho coletado na camada de 0-0,20 m de profundidade 24

Tabela 2. Classificação de cormos de White Friendship de acordo com o perímetro e sua relação com diâmetro e peso..... 26

Tabela 3. Análise química da Cinza vegetal como fertilizante..... 28

Tabela 4. Caracterização química do solo após a aplicação dos tratamentos de Cinza vegetal aos 60 dias de incubação 30

Tabela 5. Padrão de comercialização do Veiling-Holambra para hastes florais de gladíolo 36

Tabela 6. Coeficientes de correlação entre as variáveis do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal e umidades volumétricas do Latossolo Vermelho. 69

SUMÁRIO

Pagina

1. INTRODUÇÃO 13
2. REVISÃO BILIOGRÁFICAS 15
2.1. Cinza vegetal 15
2.2. Irrigação no cultivo do Gladíolo 17
2.3. Características botânicas e fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento de gladíolo 19
2.4. Atributos do solo que podem influenciar o desenvolvimento de gladíolo 20
3. MATERIAL E MÉTODOS 23
3.1. Localização geográfica 23
3.2. Caracterização experimental 23
3.2.1 Montagem das parcelas experimentais 26
3.2.2 Cinza vegetal 28
3.2.4 Manutenção da umidade do solo 30
3.3. Variáveis analisadas 32
3.4. Análises estatísticas 37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
4.1. Capacidade de retenção de água no solo 37
4.2. pH do solo 38
4.3. Altura de planta 40
4.4. Número de folhas 42
4.5. Índice de clorofila 45
4.6. Massa seca total da parte aérea 49
4.7. Massa seca de raiz 51
4.8. Comprimento da espiga e haste floral 55
4.9. Diâmetro de flor 57
4.10. Número de flores 58
4.11. Massa fresca da haste floral 60
4.12. Número de dias para o florescimento 62
4.13. Diâmetro e peso dos cormos 64
4.14. Número de cormilhos 67
4.15. Correlações 67
5. CONCLUSÕES 72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 73

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, por possuir condições naturais e geográficas favoráveis à produção de biomassa, assumi posição de destaque no cenário mundial na produção de energia através da queima do material vegetal. O material sólido acumulado a partir da combustão térmica de biomassa vegetal para produção de calor e energia, é a cinza vegetal, que é um resíduo contendo uma variedade de macro e micronutrientes resistentes a incineração (KNAPP; INSAM, 2011).

A cinza vegetal, resíduo sólido das indústrias cuja energia é proveniente da queima de biomassa vegetal, é passível de ser utilizada na redução da acidez do solo, devido seu conteúdo elevado de óxidos, hidróxidos e carbonatos de Ca e Mg (HARALDSEN; PEDERSEN; GRONLUND, 2011), além de melhorar a fertilidade do solo, que envolve diminuição do teor de H^+ Al, aumento de pH (OSAKI; DAROLT, 1991; MAEDA et al., 2008; FERREIRA et al., 2012), e também a presença de quantidades significativas de cátions básicos, como Ca, Mg e K (NORSTROM et al., 2012).

A utilização de resíduos em cultivos agrícolas é uma prática que tem proporcionado aumento na produção e atenuado o problema com destino de resíduos sólidos. Além disso, o uso de resíduos como fertilizantes reduzem a dependência indireta de rochas calcárias, fosfatadas ou mesmo do petróleo, que possuem longo ciclo geológico e são utilizados em larga escala na indústria de fertilizantes químicos (BONFIM-SILVA et al., 2013).

Com o aumento da geração de cinza pela agroindústria torna-se necessário, a destinação correta deste tipo de resíduo no meio ambiente. Sua utilização em substratos no cultivo de plantas em casa de vegetação, principalmente no ramo da floricultura, pode se tornar uma maneira eficiente de destinação deste tipo de resíduo.

No Brasil, o gladíolo (*Gladiolus ssp*), conhecido também como Palma-de-Santa-Rita, tem importância econômica tanto na produção de flores, da qual 70% é destinada ao mercado interno e o restante à exportação, quanto na produção de cormos, utilizados no plantio da cultura e para exportação (RUPPENTHAL; CASTRO, 2005).

Embora os gladíolos sejam apreciados no mundo inteiro, apresentando considerável valor comercial, pois se adaptam aos mais diferentes climas e solo, a

literatura específica sobre a cultura é escassa, havendo necessidade de uma relação de pesquisas que possibilitem informações técnicas que viabilizem a sua exploração comercial em todo território brasileiro, principalmente no que diz respeito a irrigação e adubação da cultura.

As exigências nutricionais dos gladíolos são variáveis devido às diferentes variedades e condições de cultivo, como a umidade do solo. Na adubação, os macronutrientes mais absorvidos são o nitrogênio, o responsável pelo número de hastes florais produzidas e pelo número de botões florais por haste, e o potássio, que influencia diretamente o comprimento da haste (WOLTZ, 1955). Além disso, são bastante sensíveis à deficiência hídrica, principalmente às grandes variações de umidade no solo, refletindo num desenvolvimento precário e desuniforme do produto final. Para o gladíolo, a deficiência no fornecimento de água prejudica o desenvolvimento vegetativo e o florescimento, formando inflorescências com comprimento reduzido (Carvalho et al, 2001).

O manejo de adubação através da utilização de resíduos provenientes da queima de material vegetal, associada ao manejo da irrigação, tem demonstrado uma estratégia sustentável para aumento de produção de plantas ornamentais em casa de vegetação.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito das doses de cinza vegetal e umidade do solo, no desenvolvimento e produção de Gladíolo White Friendship em Latossolo Vermelho do Cerrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cinza vegetal

A cinza resultante da queima de material vegetal consiste num material sólido e acinzentado remanescente da queima completa de qualquer material orgânico passível de ser incinerado (COELHO; COSTA 2007). Durante a combustão da biomassa, a matriz orgânica é consumida, produzindo-se emissões gasosas e cinza (JENKINS et al., 1998).

Assim, presencia-se uma redução substancial de peso, associada essencialmente às perdas, sob formas gasosas, de água, carbono e nitrogênio, permanecendo na cinza quantidades insignificantes desse último (OBERNBERGER et al., 2006) e, parcialmente, de enxofre, cloro e outros elementos voláteis (JENKINS et al., 1998). Se todo o carbono orgânico presente na biomassa for consumido, o produto será cinza, onde se concentram todos os elementos minerais que não se perderam durante a combustão (JENKINS et al., 1998).

As cinzas brasileiras não possuem legislação específica, sendo classificadas, em sua maioria, como "resíduo Classe II - A - não inerte", apresentando assim, propriedades tais como: combustibilidade, biodegrabilidade ou solubilidade em água.

As cinzas possuem, geralmente, em sua composição, teores variáveis de potássio, fósforo e cálcio (MELLO, 1930). Chirenje e Ma (2002) referem que a solubilidade dos carbonatos predominantes na cinza segue a ordem potássio, sódio, cálcio e magnésio.

A composição química das cinzas apresenta nutrientes capazes de neutralizar a acidez do solo (SANTOS et al., 1995). Portanto, há efeito corretivo e fertilizante do solo (DAROLT et al., 1993). É passível de ser utilizada na redução da acidez do solo, devido seu conteúdo elevado de óxidos, hidróxidos e carbonatos de Ca e Mg (HARALDSEN; PEDERSEN; GRONLUND, 2011), além de melhorar a fertilidade do solo, que envolve diminuição do teor de H^+ Al, aumento de pH (OSAKI; DAROLT, 1991; MAEDA et al., 2008; FERREIRA et al., 2012), e também a presença de quantidades significativas de cátions básicos, como Ca, Mg e K (NORSTROM et al., 2012).

A composição química da cinza de caldeira por exemplo, gerada pela queima de bagaço de cana-de-açúcar, foi avaliada por Brunelli e Pisani (2006) que

observaram valores de 0,3% de nitrogênio, 4,9% de carbono orgânico, 0,1% de fósforo, 0,64% de potássio, 0,2% de cálcio, 0,1% de magnésio e 0,01% de enxofre. Os teores de micronutrientes e metais pesados forma respectivamente 0,0025% de cobre, 0,6% de ferro, 0,027% de manganês, 0,0009% de zinco, 0,02% de boro, 0,02% de sódio, 0,001% de cobalto, 0,0001% de alumínio, 0,0001 % de níquel e molibdênio. As concentrações de cádmio, arsênico, mercúrio, cromo, chumbo e selênio estavam abaixo do nível de detecção do método analítico empregado. A cinza de caldeira ainda apresentou valores de pH (água 1:1) de 10,2 e poder de neutralização da ordem de 5,46% equivalente $CaCO_3$.

Osaki e Darolt (1991) observaram grande variação no poder relativo de neutralização total em amostras de cinza vegetal com diferentes materiais incinerados, predominando em 35%, em uma amplitude desde 40 até 55% de poder relativo de neutralização total (PRNT). Alves e Skoronski calculando o poder de neutralização de 12% e a quantificando a granulometria da cinza, observaram um poder relativo de neutralização total de 10%.

A aplicação de cinza vegetal em Latossolo Vermelho distrófico propiciou aumentos significativos em culturas de crotalária juncea, incrementando a produção de massa seca da parte aérea em 89,38% (BONFIM-SILVA et al., 2011a) e em rúcula, aumentando a produção de massa verde em 89,14% (BONFIM-SILVA et al., 2011b). Além disso, proporciona aumento nas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea e raízes das gramíneas tropicais Marandu e Xaraés (BONFIM-SILVA et al. (2014).

Souza et al. (2013), estudando o efeito da cinza de caldeira sobre as características químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, observaram que as doses de cinza de caldeira (0; 4; 8; 12 e 16 Mg ha^{-1}), elevou o pH e as concentrações de Ca, Mg, P e K do solo de forma linear.

A qualidade da cinza vegetal como fertilizante, também foi estudada por Osaki e Darolt (1991), em condições controladas e de campo. Esses autores demonstraram que a reciclagem dos nutrientes contidos na cinza vegetal, por meio da exploração agrícola, apresenta grande praticidade; contudo, é necessário conhecer a composição química deste resíduo e a dose adequada para cada cultura, evitando-se carência ou toxidez nutricional pelo excesso de alguns nutrientes.

O destino da cinza de caldeira tem sido o solo, muitas vezes utilizado como simples material de descarte (FREITAS, 2005) ou na construção civil, devido sua propriedade pozolânica (DAFICO, 2003).Na argamassa de construções civis grandes quantidades de nutrientes são deslocadas dos ciclos biogeoquímicos naturais e ficam ecologicamente imobilizados.

O destino da cinza de caldeiras deve ser o retorno para o solo do qual foi extraído no crescimento da vegetal. Numa visão holística, a sustentabilidade deve ser considerada ao nível da bacia hidrográfica e não de local específico da retirada dos nutrientes.

2.2. Irrigação na cultura do gladíolo

A instabilidade na oferta dos produtos agrícolas, resultante da variação do regime pluvial, contribui para o aumento da demanda por tecnologias que permitam maior estabilidade da produção.

Associada as demais práticas agrícolas, a irrigação torna-se um fator de garantia, tanto de estabilidade de oferta dos produtos agrícolas quanto do aumento de produtividade das culturas. Entretanto, essa prática só trará benefícios se feita de forma correta, minimizando os gastos com água, energia, equipamentos e outros elementos que constituem fatores de formação dos custos de produção (PAIVA, 2006)

Dentre os fatores que prejudicam o rendimento das culturas, o teor de água do solo pode ser considerado de importância fundamental, principalmente para aquelas que respondem com maior produtividade a níveis mais altos de umidade (BERNARDO et al., 2009). As plantas ornamentais, de forma geral, são bastante sensíveis à deficiência hídrica, principalmente às grandes variações de umidade no solo, refletindo-se num desenvolvimento precário e desuniforme do produto final.

Para o gladíolo, a deficiência no fornecimento de água prejudica o desenvolvimento vegetativo e o florescimento, formando inflorescências com comprimento reduzido (PEREIRA et al., 2009). A falta d’água pode ainda provocar queima na ponta das espigas e apressar o ciclo, enquanto que o excesso pode causar retardamento do ciclo e até apodrecimento dos bulbos.

Por meio de irrigações frequentes, é possível conseguir produções precoces (PAIVA et al., 1999). Durante as fases de desenvolvimento e floração, o gladíolo é

bastante exigente em água, devendo a umidade do solo estar próxima à capacidade de campo (PAIVA et al., 1999; CARVALHO et al., 2001).

Porto at al. (2014), trabalhando com doses de nitrogênio e níveis de reposição de água (50, 75, 100, 125 e 150% da capacidade de campo), observaram que para o comprimento de haste floral e número de flores para fins comerciais, o nível de reposição de água, respectivamente, foi de 75 e 100% da capacidade de campo em Latossolo Vermelho.

A reposição de água no solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da cultura. A umidade adequada no momento do plantio dos bulbos proporciona uma germinação rápida e uniforme das gemas e emissão das primeiras raízes da planta. O fornecimento regular de água ao longo do cultivo é fundamental, principalmente nas épocas de emissão da 3° e 7° folhas, pois a formação da haste floral encontra-se em pleno desenvolvimento e também durante o pendoamento (SEVERINO, 2007).

Carvalho et al. (2001) avaliaram os efeitos de níveis de déficit hídrico sobre o crescimento e produção dos gladíolos produzidos em vasos de 13 litros em casa de vegetação. Para cada fase fenológica foram aplicados tratamentos de déficit hídrico de 0, 20, 40 e 60%. Os níveis de déficit hídrico foram estabelecidos em função da reposição da água consumida diariamente. Os autores concluíram que com o aumento do déficit hídrico o tamanho da haste floral e o número de flores foram afetados quando este ocorreu primeiramente na fase de espigamento seguida da fase de crescimento.

Pereira et al. (2001) observaram que o déficit hídrico afetava linearmente o número de flores da cultura do gladíolo mostrando a sensibilidade da cultura quanto aos níveis de reposição de água. Borges (2005) observou que o número de plantas, número de botões por hastes e o comprimento das hastes florais de gladíolos, aumentaram linearmente com a lâmina de irrigação aplicada a todos os híbridos, e a produção de hastes de qualidade inferior aumentou com a diminuição da lâmina de irrigação aplicada.

2.3. Características botânicas e fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento de gladíolo

A família Iridaceae é composta por cerca de 70 gêneros e 1500 espécies, com centro de dispersão no continente africano, sendo cultivados comercialmente os gêneros *Gladiolus*, *Iris*, *Dietes*, *Tigridia*, *Freesia*, *Neomarica* e *Belamcanda* (JOLY, 1975). O gladíolo, também conhecido popularmente como Palma-de-Santa-Rita, pertence ao gênero *Gladiolus*. O nome do gênero origina-se do latim "gladious", diminutivo de "gladius" significando espada, devido à forma laminada de suas folhas (BARBOSA, 2011).

Apresenta grande número de espécies e variedades todas ornamentais, provavelmente obtidas por meio de hibridação de espécies sulafricanas. Multiplica-se por sementes, cormos e cormilhos. A reprodução sexuada é utilizada para criação de novas variedades, uma vez que a planta é bienal e o período de desenvolvimento da semente ao florescimento é longo (GEMTCHÚNICOV, 1976).

A inflorescência do gladíolo é do tipo racemosa simples, apresentando espigas eretas, não ramificadas com flores dispostas de duas a duas, formando duas fileiras grandes de 5 a 12 flores, havendo casos de 30 flores, e de longa duração. Cada flor se origina de uma espata séssil semelhante a um cálice. O fruto é do tipo seco, o ovário é ínfero, com 50 a 100 óvulos que amadurecem 30 dias após a fertilização. As sementes são pequenas, achatadas ou globosas, e aladas. As flores do gladíolo apresentam tonalidades como violeta, branco, amarelo e vermelho, ou seja, podem possuir todas as cores exceto o azul. Apresentam inúmeras formas, mas sempre com três pétalas e três sépalas desiguais, mais estreitas na posição inferior e mais largas na parte superior, podendo as pétalas ser planas, franzidas, franjadas, recurvadas ou bordadas (TOMBOLATO, 2004).

No gladíolo, as variedades atuais são híbridas, com participação de inúmeras espécies, apresentando vasta série de cores com florescimento em qualquer época do ano. Após o florescimento, os novos cormos passam por um período de repouso, podendo ou não ser retirados do solo. Quando retirados, são separados dos cormilhos que se formam a partir do cormo original que tende a morrer. Os novos cormos são plantados novamente ou guardados até que iniciem uma nova brotação (LORENZI; SOUZA, 1999). Segundo Gressler (1992), o tamanho da planta e da espiga floral está diretamente relacionado ao diâmetro do cormo. Quanto maior o

cormo, maior e mais ricas são as suas reservas nutricionais, proporcionando crescimento mais vigoroso, florada mais intensa e maior durabilidade.

O gladíolo, por ser uma planta de ciclo curto e, em razão do cormo velho não possuir nutrientes suficientes para o desenvolvimento total das plantas, as condições climáticas, o tipo de solo e a disponibilidade de água podem influenciar, em alto grau, o desenvolvimento da cultura (BARBOSA, 2011).

O resultado do plantio varia não apenas em função do tamanho do cormo, mas também em relação à época do plantio e às condições edafoclimáticas da região produtora (GRESSLER, 1992).

O clima condiciona a exploração agrícola de gladíolos. Pode ser plantado durante o ano todo, em locais onde a temperatura média não fique abaixo dos limites da cultura, entre 10 e 25 ºC. A temperatura ideal ao seu desenvolvimento varia de 17 a 24 ºC no inverno e de 20 a 24 ºC no verão. Temperaturas noturnas no verão abaixo de 18 ºC prejudicam o crescimento das plantas (BARBOSA; LOPES, 1994).

Como são plantas de sol, a baixa luminosidade interfere no número de flores formadas, sendo a antese reduzida. O fotoperíodo também influencia no desenvolvimento do botão floral. Enquanto dias curtos antecipam a antese, mas diminuem o número de plantas florescendo e a altura das hastes florais, dias longos atrasam o florescimento, mas permitem o desenvolvimento normal da flor e a antese ocorre no momento certo (SHILLO; HALEVY, 1976).

2.4. Atributos do solo que podem influenciar o desenvolvimento de gladíolo

Segundo Kämpf (2000) o pH do solo deve estar entre 5,5 e 7,0, e a calagem deve ser feita antes do preparo dos canteiros mediante a distribuição e incorporação de calcário de acordo com a quantidade indicada após a análise de solo. Deve-se dar preferência ao calcário dolomítico ou magnesiano de valor PRNT acima de 100. Se for executada calagem sem adubação fosfatada, deve-se aplicar calcário para elevar a saturação por bases de 70 a 80% (PAIVA, 1999).

As exigências nutricionais dos gladíolos são variáveis devido às diferentes variedades e condições de cultivo. Os macronutrientes mais absorvidos são o nitrogênio, o responsável pelo número de hastes florais produzidas e pelo número de botões florais por haste, e o potássio, que influencia diretamente o comprimento

da haste (WOLTZ, 1955). Gressler (1992), salienta que a planta necessita, em média, de 300 e 200 kg de nitrogênio e potássio, respectivamente, por hectare.

Os micronutrientes absorvidos, em ordem decrescente, são o Mn, Fe, B, Zn e Cu, sendo que dos 45 aos 75 dias, o boro se apresenta na planta em maior proporção devido à formação da haste floral (HAAG et al. 1970).

Ruppenthal e Castro (2005) verificaram que a aplicação ao solo de 10.000 kg ha^{-1} de composto de lixo urbano proporcionou condições suficientes para a adequada nutrição, desenvolvimento e produção da cultura de gladíolo. Pontes et al. (2005) verificaram que a utilização de 15 L m^{-2} de composto orgânico e 70 g m^{-2} de NPK na forma do formulado 6-24-12 foi efetivo para aumentar o peso da matéria seca da parte aérea e o comprimento de hastes de gladíolos.

Com o objetivo de aumentar a produtividade, alguns agricultores usam doses excessivas de adubos químicos que causam desequilíbrios nutricionais no solo-planta, reduzindo a produção (PONTES et al., 2005).

Pontes et al. (2005) obtiveram efeitos negativos com adubações que chegaram a atrasar o florescimento e piorar a qualidade das flores de gladíolos, e Tombolato (2004) relata que a cultura apresenta problemas de toxidez de nutrientes causados por flúor, anidrido sulfuroso e, às vezes, boro.

Se a área não apresentar problemas específicos relativos a outros atributos do solo, a correção do solo, mediante calagem, serão as primeiras práticas de manejo a serem adotadas, embora a sua utilização possa causar alterações no solo, quer pela quantidade utilizada ou pela forma de incorporação, influindo no desenvolvimento vegetal, pois poderá proporcionar aumento nos valores de densidade do solo, trazendo todos os efeitos decorrentes (ROSA JUNIOR et al., 2001).

No caso de plantios em solos ácidos e com alta saturação de alumínio, há a necessidade de calagem para o crescimento de raízes e desenvolvimento da planta, além do fornecimento de cálcio que é um nutriente importante para a cultura. A deficiência de cálcio causa encurtamento das hastes e quebra da inflorescência (GANCEBO, 2006). O potássio influencia no comprimento das hastes florais, já o nitrogênio é responsável pelo número das hastes florais e botões florais produzidos por haste. Sidhu e Arora (1989) observaram que o nitrogênio possui efeito significante na sanidade da flor em diferentes cultivares.

Em geral, o gladíolo tem seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A baixa disponibilidade de água é normalmente o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade. Irrigações irregulares provocam a formação de hastes tortas de baixa aceitação no mercado, mas o excesso também pode ser prejudicial (SEVERINO, 2007).

A mensuração da umidade do solo tem sido adotada como uma ferramenta importante nos trabalhos relacionados ao manejo da irrigação. Souza e Matsura (2002) citam que os seguintes métodos têm sido utilizados para quantificar a umidade do solo: a) diretos – gravimétrico, considerado como método padrão; e b) indiretos – sonda de nêutrons, resistência elétrica e Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR).

Além desses, o uso de equipamentos baseados na Reflectometria no Domínio da Frequência (FDR) tem aumentado ao longo dos anos já que, depois de instalados os tubos de acesso e realizada a calibração do equipamento, são de leitura rápida e não destrutivos, o que permite, por exemplo, monitorar o conteúdo de água no solo em função do tempo, em uma determinada faixa de profundidade para posteriormente, possibilitar o calculo da variação de armazenamento de água no solo em estudos relacionados ao balanço hídrico de uma cultura.

Em alguns novos sensores FDR, conhecidos também como sensores de umidade do solo por capacitância, se incluem as sondas EnvironScan® e Diviner 2000® (Sentek Pty Ltda, Austrália). Essas sondas estão sendo utilizadas para auxiliar no monitoramento da água do solo e/ou manejo de irrigação e apresentam, como principais vantagens, segurança ao operador em virtude de não estar próximo à fonte radioativa, como as sondas de neutrons; o fornecimento de leituras rápidas e precisas em profundidade; facilidade de operação e permitem, ainda, o acoplamento em sistemas automáticos de coleta de dados (GARDNER et al., 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização geográfica

O experimento foi realizado em condições controladas, na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas - ICAT, de abril a setembro de 2014.

A casa de vegetação utilizada está disposta no sentido norte sul com altura do pé-direito de 6 m, com área total de 450 m^2 e cobertura de plástico transparente de 200 micras, localizada geograficamente na latitude 16º27' Sul, longitude 54º34' Oeste e altitude de 284 m (Figura 1).

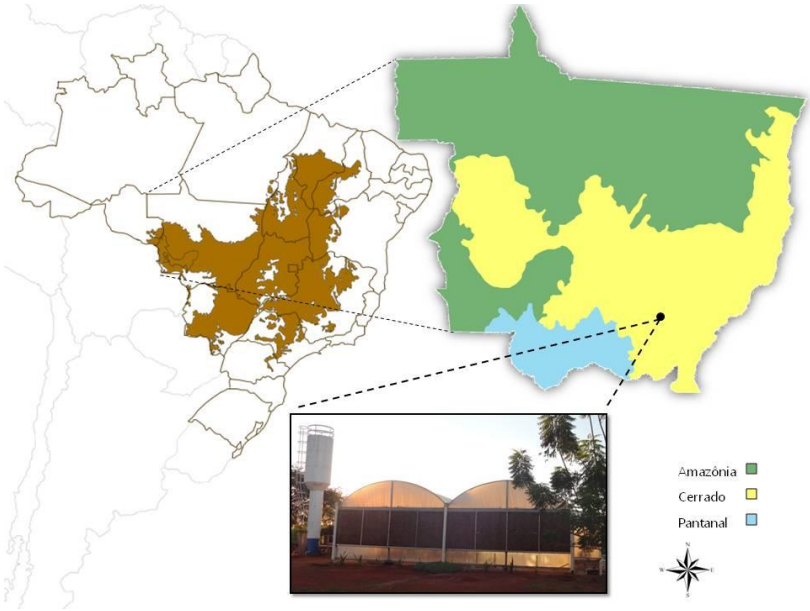


Figura 1. Caracterização da localização geográfica do experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso. 16º27'49"S e 54º34'46"O Rondonópolis - MT.

3.2. Caracterização experimental

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 5x5, com 25 tratamentos, com quatro repetições, perfazendo 100 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de cinza vegetal (0, 8, 16, 24 e 32 g dm^{-3}) e cinco umidades volumétricas do solo (7, 14, 21, 28 e 32%). As unidades experimentais foram organizadas em quatro blocos, com 25 unidades tratamentos em cada bloco (Figura 2).

Figura 2. Vista geral das unidades experimentais de Gladíolos White Friendship submetidos a doses de cinza vegetal e umidade do solo aos 30 dias após a emergência.

O solo utilizado foi coletado em área sob vegetação de Cerrado, na profundidade de 0,0 a 0,20 m, sendo classificado como Latossolo Vermelho de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). Antes da implantação dos tratamentos, foi realizado a caracterização química e granulométrica solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica de amostra de Latossolo Vermelho coletado na camada de 0-0,20 m de profundidade

pH	P	K	Ca	Mg	H	Al	SB	CTC	V	M.O.	H	M	Areia	Silte	Argila
$CaCl_2$	mg dm^{-3}		.....Cmol$_c$ dm^{-3}.....						.%.	g dm^{-3}	.....%.....		.....g kg^{-1}.....		
4,2	1,1	29	0,6	0,3	5,7	0,5	0,6	7,3	13	28,7	79	35	549	84	367

A espécie escolhida para o experimento foi o *Gladiolus x grandiflorus* L., da variedade White Friendship (Figura 3), de ciclo curto, equivalente a 60 - 65 dias de cultivo (SEVERINO, 2007).

Figura 3. Flores de gladíolo (White Friendship) aos 62 dias da emergência submetido a doses de cinza vegetal e umidade do solo. Rondonópolis - MT.

Foi adquirido em torno de mil cormos de gladíolo White Friendship, e esses foram classificados de acordo com seu maior diâmetro (Figura 4). Posteriormente, foi realizado o plantio dos cormos com a mesma classificação nas unidades experimentais, garantido assim, a uniformidade do processo.

Os cormos utilizados no plantio, foram classificados como 13-14 cm, conforme estabelece o sistema brasileiro de classificação comercial dos bulbos de gladíolo, segundo (Tabela 2). Foram plantados 4 cormos por unidade experimental, em uma profundidade de 10 cm.

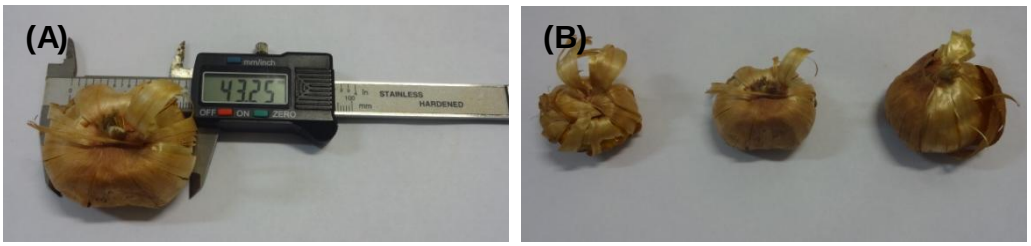


Figura 4. Classificação do diâmetro dos cormos de gladíolos com auxilio de paquímetro digital (A). Separação dos cormos de acordo com a classificação de seu diâmetro (B).

Tabela 2. Classificação de cormos de White Friendship de acordo com o perímetro e sua relação com diâmetro e peso

Classes por perímetro (cm)	Diâmetro (cm)	Peso (g)
7-8	2,1-3,0	3,1
8-10	3,1-3,5	7,3
10-12	3,6-4,3	13,6
12-14	4,4-4,8	21
14-16	4,9-5,7	31,3
>16	>5,7	48,8

Fonte: Adaptado por Barbosa (2011).

Foi realizado a adubação com nitrogênio em todas as parcelas experimentais, com 90 mg dm^{-3}, tendo como fonte a ureia. O nitrogênio foi aplicado ao solo, 14 dias após a emergência das plantas, parcelado em três aplicações em um intervalo de 7 dias.

Aos 40 dias após a emergência das plantas, foram realizadas tutoramentos das plantas com a finalidade de evitar o tombamento das mesmas, sendo também efetuado o controle químico de tripes, ao longo do ciclo da cultura.

3.2.1. *Montagem das unidades experimentais*

Para utilização da sonda portátil Diviner 2000 em casa de vegetação em vasos experimentais, o método de instalação do tubo de acesso tiveram adaptações para realização das leituras pela sonda.

Os tubos de acesso, que antes eram instalados unicamente no perfil do solo verticalmente, para este experimento, tiveram que ser instalados horizontalmente passando através dos vasos.

Sendo assim, os vasos teriam que ter dimensões superiores ao diâmetro do tubo de acesso e também ao raio de leitura da sonda, que é 10 cm. Para isso, foram reutilizados galões de arla 32, e adaptados como vasos experimentais, cortando a parte superior do mesmo (Figura 5 A).

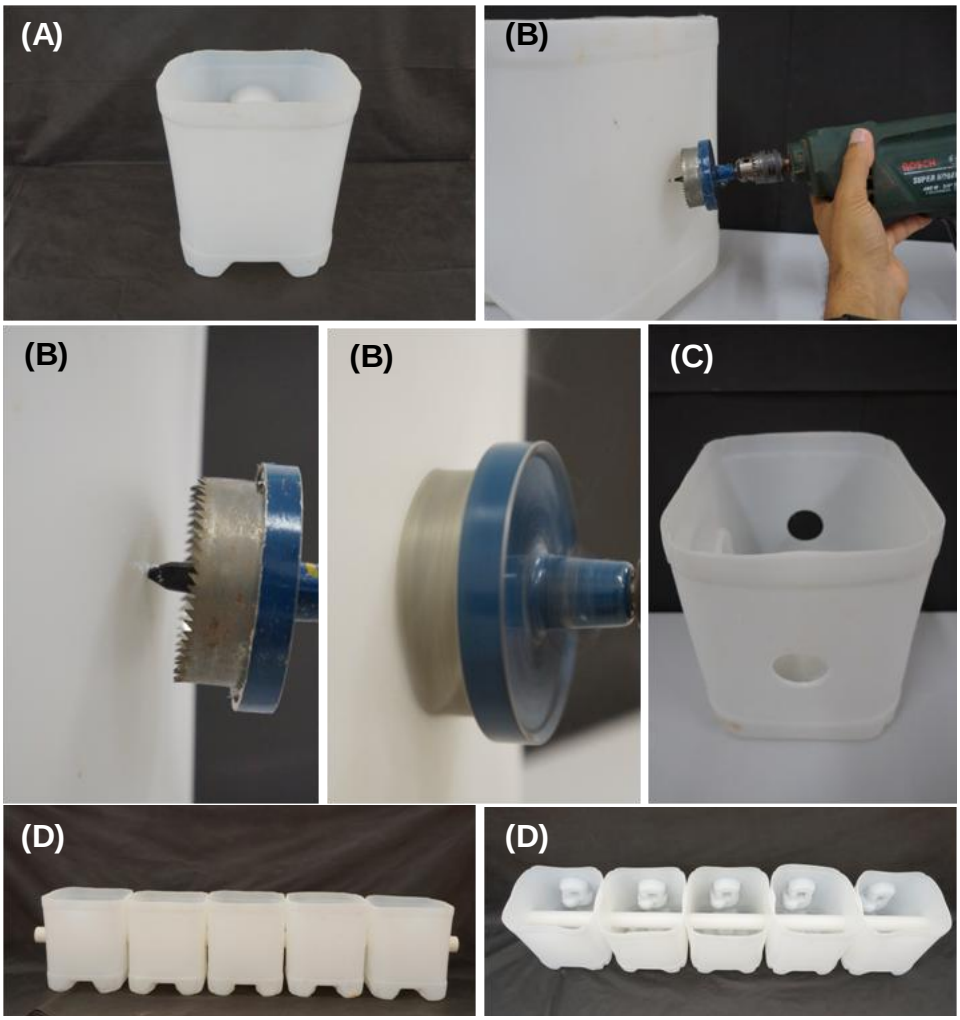
Foi utilizado serra copo de 57 mm acoplado a uma furadeira elétrica para realização dos furos nos vasos. Foi estabelecido a altura do furo no centro dos galões (Figura 5 B). Com os vasos furados, os tubos de acesso foram instalados, sendo agrupados cinco vasos experimentais para cada tubo, deixando nas

extremidades cerca de 5 cm de sobra do tubo, para o acoplamento da cabeça de referência "CAP" (Figura 5 D).

Os galões em formato quadrado, possuía 27 cm de largura e 45 cm de altura. Com essas dimensões, o tubo de acesso (diâmetro externo= 56,5 mm, diâmetro interno= 51 mm e comprimento de 1,5 m), foi instalado horizontalmente passando pelo centro do vaso (Figura 5 E). Para evitar a perda de água durante a irrigação, foi vedada a parte tubo-vaso, com adesivo selante de silicone de cura acética, que em contato com a umidade, forma um elastômero flexível e quimicamente inerte.

Foram acomodados cinco vasos experimentais por tubo de acesso, desta forma, cada bloco foi constituído de cinco linhas com cinco unidades experimentais cada uma, totalizando 25 tratamentos por bloco (Figura 5 G).

Cada unidade experimental, descontando o volume do tubo ocupado dentro da vaso, tinha uma capacidade de 16,5 dm^3 de solo, volume que no qual foi utilizado para preenchimento dos vasos com solo nesse estudo.



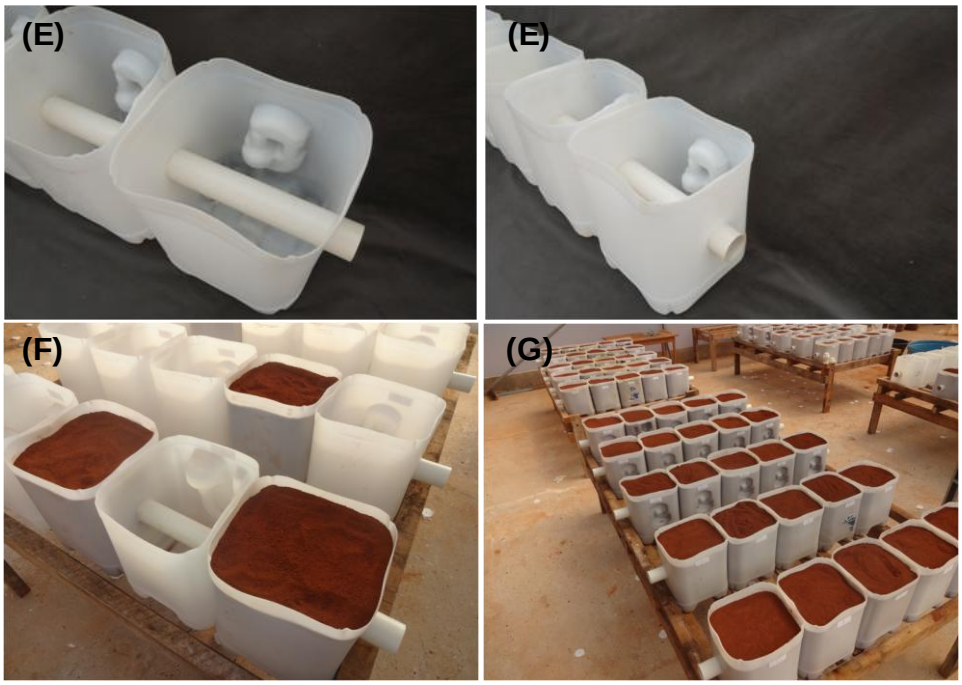


Figura 5. Galão de arla 32 adaptado para vaso experimental (A). Após selecionado o centro do vaso, este foi furado com serra copo e furadeira (B). Vaso pronto para a instalação do tubo de acesso (C). Cinco unidades experimentais prontas com tubo de acesso instalado (D). Detalhe do tubo de acesso instalado nos vasos (E). Preenchimento de solo nos vasos (F). Vista parcial (Bloco I) das unidades experimentais com Latossolo Vermelho (G).

3.2.2. *Cinza vegetal*

A cinza vegetal utilizada é um resíduo gerado da queima de materiais vegetais proveniente de caldeira de indústria de alimento existente na cidade de Rondonópolis - MT. Constituída basicamente da queima de restolho de milho e madeira de eucalipto, esse resíduo foi submetido a caracterização química como fertilizante (Tabela 3), conforme estabelece Darolt et al., 1993.

Tabela 3. Análise química da Cinza vegetal como fertilizante

pH (H_2O)	**PN**	**N**	**P_2O_5 Total**	**K_2O**	**Zn**	**Cu**	**Mn**	**B**	**Ca**	**Mg**	**S**	**Si**	**Fe**
……%……													
11,8	25	0,25	4,85	1,66	0,013	0	0,05	0,02	3,75	2,85	0,28	18,7	1,53

Foi determinado o poder relativo de neutralização total (PRNT) da cinza vegetal, a partir do cálculo da reatividade nos corretivos (RE) e o poder de neutralização (PN) (BRASIL, 2007).

O Cálculo da reatividade foi realizado, por meio da equação 2, após a realização da granulometria da cinza vegetal, determinando os valores percentuais das frações passantes nas peneiras ABNT 10, 20 e 50.

Foi reservado uma amostra de 200 g de cinza vegetal para realização da granulometria. O PRNT calculado (21,02%) foi determinado baseada na média de três ensaios realizados, utilizando-se da equação 3.

$$\mathrm{RE} = 0{,}2(\mathrm{P1} - \mathrm{P2}) + 0{,}6(\mathrm{P2} - \mathrm{P3}) + \mathrm{P3}$$

Equação 2.

Onde:

RE = Reatividade;

P1 = percentuais das frações passantes nas peneiras ABNT 10;

P2 = percentuais das frações passantes nas peneiras ABNT 20;

P3 = percentuais das frações passantes nas peneiras ABNT 50.

$$PRNT = RE \,.\frac{PN}{100}$$

Equação 3.

Onde:

PRNT = Poder relativo de neutralização total;

RE = Reatividade

PN = Poder de neutralização (Tabela 3)

Comparativamente com o calcário, os valores de PRNT da cinza ficaram abaixo em função da menor eficiência relativa da cinza. Deve-se atentar, contudo, ao fato de que, embora a cinza apresente partículas mais grossas, a presença destas na mesma é desejável para se obter efeito mais prolongado na correção do solo e liberação de nutrientes para as plantas.

A cinza vegetal foi incorporada ao solo, sendo acondicionadas em 100 sacos com 17 dm^3 de solo cada um, com seus respectivos tratamentos. O substrato foi mantido umidade do solo a 60% da sua capacidade de retenção de água. A incubação da cinza vegetal no solo foi realizada em 30 dias, destinados para a

reação química da cinza vegetal com o solo. Ao término da incubação, foi realizada a caracterização química de cada tratamento (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização química do solo após a aplicação dos tratamentos de Cinza vegetal aos 60 dias de incubação

Tratamento	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	M.O.	V
Cinza vegetal ($g\ dm^{-3}$)	**$CaCl_2$**	**...mg dm^{-3}...**		**.....cmolc dm^{-3}.....**					**g dm^{-3}**	**%**
0	4,08	3,4	34	0,5	0,2	0,7	4,8	6,2	24,1	12,6
8	5,68	28,6	1090	1,5	2,5	0	3,5	10,3	39,9	66,5
16	6,36	88,5	2690	2,0	4,1	0	2.3	15,4	47,1	84,9
24	7,11	103,6	3240	2,2	4,5	0	1,5	16,6	49,8	91,1
32	7,80	249,2	5880	2,0	3,7	0	0,5	21,5	52,7	97,6

3.2.3. *Manutenção da umidade do solo*

O manejo de irrigação foi realizado com a mensuração da umidade do solo pelo método indireto, com a utilização da sonda portátil Diviner 2000 (Figura 6). A sonda Diviner é um equipamento utilizado para monitoramento de umidade no perfil solo, sendo necessário a instalação verticalmente no solo, tubos de acesso em policloreto de vinil (PVC) projetados especificamente para esta finalidade.

O Diviner 2000 (Sentek Pty Ltd, Austrália), equipamento utilizado na mensuração da umidade do solo, trata-se de um equipamento que consiste de um display com teclado e coletor de dados (datalogger) acoplado, via cabo, a uma sonda que, ao ser inserida no tubo de acesso no solo, provê automaticamente leituras do conteúdo da água a cada 0,1 m de profundidade. Além disso, possuí o CAP, que funciona com ponto de referencia da haste, indicando em que profundidade/comprimento esta sendo realizada a leitura pela sonda.

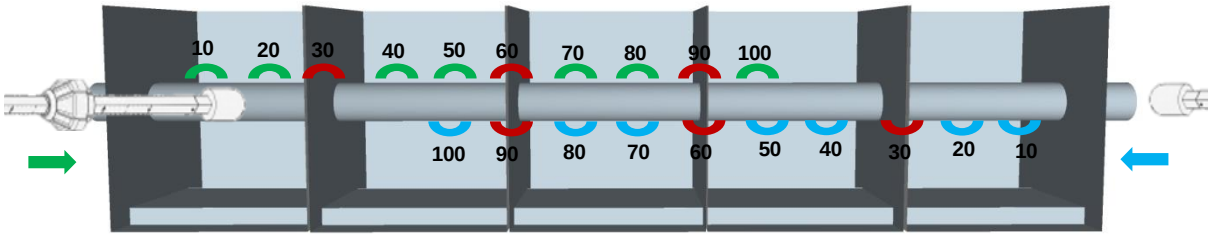
Foi realizado a capacidade de retenção de água do solo, seguindo a metodologia descrita por Casaroli e Van Lier (2008). O solo com cada tratamento de cinza vegetal, foi acomodado em vasos de 5 dm^3, e posteriormente colocados para saturar em uma piscina com volume de água equivalente a 2/3 da altura dos vasos. Dessa forma, os vasos foram mantidos por um período de 24 h, para que ocorresse a saturação completa.

Posteriormente, os vasos foram colocados para drenar, obtendo sua massa após 60h de drenagem. A partir do método gravimétrico, por diferença de massa, obteve-se os valores do teor de água retido no solo.

Figura 6. Sonda de capacitância Diviner 2000 utilizado nas unidades experimentais.

A capacidade máxima de retenção de água do solo variou de 30 à 33% de umidade. Assim, foram fixados os tratamentos com a umidade do solo: 7, 14, 21, 28 e 35%, deixando o último tratamento, acima da capacidade de retenção de água do solo.

Para utilização da sonda de capacitância Diviner para o manejo de irrigação nesse experimento, foi realizada a calibração dos pontos de leitura dentro de cada unidade experimental. A sonda realiza leituras de 10 em 10 cm, sendo assim foi possível a validação dos pontos localizados mais ao centro do vaso (pontos em verde e azul), e a exclusão dos pontos mais próximos do plástico do vaso (pontos em vermelho) (Figura 7).



Vista Frontal

Figura 7. Representação das unidade experimentais com a calibração dos pontos de leitura da umidade volumétrica do solo. Pontos usados (verde e azul); Pontos excluídos (vermelho).

Foram realizadas leituras diariamente durante o período da manhã, sendo calculado a média das leituras (umidade volumétrica do solo) em cada parcela

experimental. Baseada na umidade atual e o volume de solo, era determinado a quantidade de água necessária para atingir o teor de água desejada no tratamento (Equação 4).

$$V = (\theta trat. - \theta atual) * 16500$$

Equação 4.

Onde:

V= volume de água, em cm^3;

$\theta_{trat.}$= umidade dos tratamentos desejados (0,07; 0,140; 0,210; 0,280 e 0,320), em $cm^3\ cm^{-3}$;

θ_{atual}: umidade observada no solo pela sonda de capacitância, em $cm^3\ cm^{-3}$.

As lâminas aplicadas em cada unidade experimental foram definidas de acordo com os percentuais relativos a cada tratamento. Após o plantio dos cormos, a irrigação foi mantida com a mesma umidade do solo (20%) em todas as unidades experimentais, até 15 dias após a emergência, com o objetivo de garantir o estabelecimento das mudas. Após esse período, iniciou-se a aplicação dos níveis de água no solo.

3.3. Variáveis analisadas

As avaliações de crescimento do gladíolo ocorreram aos 45, 52, 59 e 66 dias após emergência (DAE), 15 dias após a aplicação dos tratamentos, avaliando o número de folhas, altura e índice relativo de clorofila (leitura SPAD).

A altura foi medida semanalmente com o auxilio de uma régua graduada, sendo definida em centímetros, entre a superfície do solo e a ponta da folha mais alta (Figura 8 A). O número de folhas foi definida pela contagem de todas as folhas dentro de cada unidade experimental, sendo dividida pelo o número de plantas por vaso.

As leituras do índice relativo de clorofila (Soil Plant Analysis Development), foram realizadas com a média de leitura de cinco folhas escolhidas ao acaso por unidade experimental, no terço superior da planta, com o auxílio do medidor portátil de clorofila modelo SPAD-502 (Figura 8 B).

Aos 66 dias após a emergência, foi realizada o diâmetro da planta no colo da planta, em mm, com auxilio de um paquímetro digital.

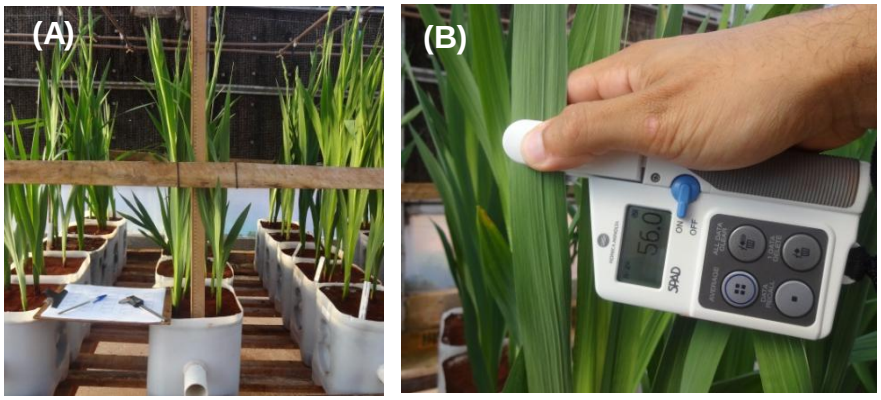


Figura 8. Determinação da altura de plantas de Gladíolo com régua graduada (A). Determinação do índice de clorofila (leitura SPAD) (B).

Posteriormente, foram realizadas avaliações em relação a produção das flores. As avaliações se iniciaram quando a haste floral estava no ponto de colheita (PC), ou seja, quando se observava a cor da flor no botão mais velho (da base) da haste floral (BARBOSA, 2011).

Para avaliação da produção de flores, foram destinadas as duas primeiras plantas que entrasse no ponto de colheita dentro de cada unidade experimental, reservando as duas outras plantas restantes para produção de bulbos (Figura 9).

Figura 9. Unidade experimental com suas plantas cortadas destinadas para avaliação de flores, deixando somente as plantas para avaliação de produção de cormos.

Na análise estatística da produção de flores, o tratamento com umidade volumétrica de 7% não foi utilizada na análise, tendo em vista que não foi observado emissão da haste floral pelas plantas nessas condições.

Foram realizadas o comprimento da inflorescência (espiga floral) e haste floral, com auxilio de uma fita métrica, sendo medida em centímetros, do botão basal ao apical da espiga floral, e do colo da planta ao botão apical da espiga floral, respectivamente, nas duas primeiras plantas que obteve ponto de colheita dentro de cada unidade experimental (Figura 10).

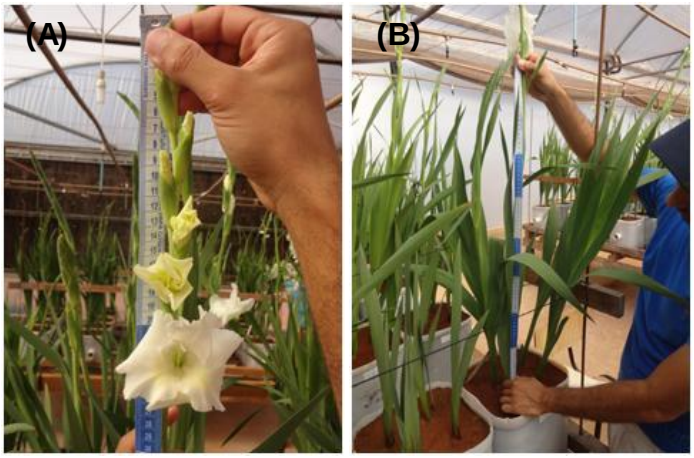


Figura 10. Determinação do comprimento da espiga floral (A). Determinação do comprimento da haste floral (B).

Quando o primeiro botão basal se abriu completamente, realizou-se o diâmetro do botão floral e números de flores por haste, além contabilizar seu dias para o florescimento a partir da emergência da planta.

Neste ocasião, realizou-se o corte da planta florida, separando as folhas cuidadosamente da haste floral (Figura 11). Foi realizada a pesagem da massa fresca das folhas e da haste floral, tendo em vista que sua comercialização também pode ser realizada pelo peso da haste e da folhagem.

Figura 11. Separação da haste floral das folhas de Gladíolo na colheita.

Posteriormente, a massa fresca de folhas foi submetida a secagem em estufa a 65 ± 2° C, até massa constante. A massas secas foram pesadas em uma balança semi-analítica.

Com o intuito de avaliar longevidade da flor, a haste floral foi mantida em uma caixa d´água após a colheita, com sua base submersa em água, para evitar a murcha e a consequente redução da vida da flor. A longevidade foi contabilizada até quando foi observado o murchamento da flor basal (Figura 12). Ao final, quando foi observada o murchamento da flor apical, as hastes foram secas em estufa de circulação forçada à 65º C.

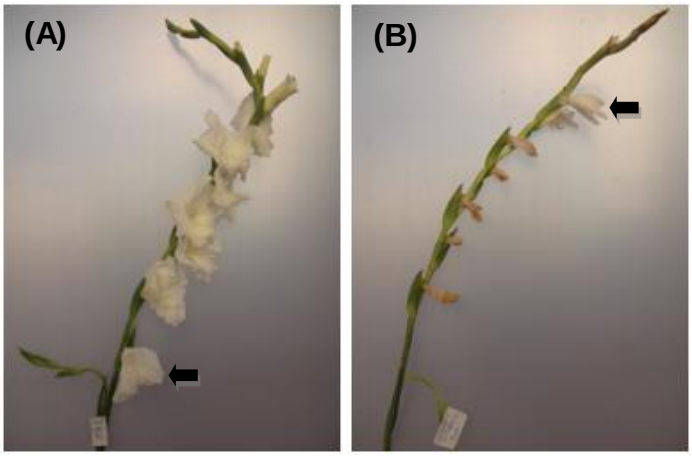


Figura 12. Visualização do murchamento da flor basal (A). Visualização do murchamento do flor apical (B).

Ao final do experimento, as flores foram classificadas de acordo com a graduação das hastes florais e número de flores segundo parâmetros de classificação da cooperativa de Holambra (Tabela 5).

Tabela 5. Padrão de comercialização do Veiling-Holambra para hastes florais de gladíolo

Classificação	Comprimento da haste (cm)	Número de botões/ inflorescência
Extra	> 120	> 16
I	100-120	12-16
II	80-100	08-12
III	60-80	< 08

Fonte: Cooperativa Agropecuária Holambra

Aos 147 dias após emergência, as duas plantas restantes dentro das unidades experimentais foram cortadas, sendo separada a parte aérea das raízes, cormos e cormilhos produzido em cada tratamento (Figura 13).

O diâmetro do cormo foi medido com a ajuda de um paquímetro e a massa de cormos e cormilhos com o auxílio de uma balança semi-analítica sendo realizada posteriormente a contagem dos cormilhos. Os cormos produzidos foram classificados de acordo com o seu diâmetro e massa (Tabela 2).

Figura 13. Produção de raiz, cormos e cormilhos sob doses de cinza vegetal e umidades do solo em Latossolo Vermelho.

3.4. Análises Estatísticas

Os resultados de desenvolvimento e produção do Gladíolo receberam análise em superfície de resposta através do emprego do “Statistical Analysis System” (SAS, 2002).

Inicialmente foi realizada a análise de variância para as combinações das doses de cinza vegetal e umidade do solo e, em função do nível de significância do teste F para essas combinações, efetuou-se o estudo de regressão polinomial (superfície de resposta) por meio do procedimento RSREG.

Nos casos em que a interação cinza vegetal e umidade do solo não foi significativa, efetuou-se o estudo de regressão de primeiro e segundo graus por meio do comando GLM. Utilizou-se o nível de significância de 5 % em todos os testes estatísticos.

Foi realizado ao final, o teste de correlação simples entre as variáveis, utilizando o programa estatístico ASSISTAT 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Capacidade de retenção de água no solo

A capacidade máxima de retenção da água no solo foi influenciado pela doses de cinza vegetal aplicado no solo, ajustando ao modelo linear de regressão, sendo observado um incremento de 7,8% na retenção de água pelo solo, comparando o tratamento com maior dose de cinza vegetal (32 g dm^{-3}) com o tratamento controle (sem adubação com cinza vegetal) (Figura 14).

A retenção de água no solo é característica específica de cada solo sendo resultado da ação conjunta e complexa de vários fatores como o teor e mineralogia da fração argila (FERREIRA et al., 1999); teor de matéria orgânica, estrutura (REICHARDT, 1988), densidade do solo (BEUTLER et al., 2002) dentre outros.

Assim, a elevação do teor de matéria orgânica com a aplicação de cinza vegetal (Tabela 4), pode ter sido o responsável pelo aumento da capacidade de retenção de água pelo solo no presente estudo. Esses resultados estão de acordo com o que foi abordado por Kiehl (1979), que se observa correlação positiva entre o conteúdo de matéria orgânica do solo e o armazenamento de água do mesmo.

Machado et al. (2008) observaram correlação positiva nos teores de carbono orgânico do solo com a umidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso, demonstrando a importância da matéria orgânica para a retenção de água em solo cultivado, atribuída à alta superfície específica da matéria orgânica (FELTON, ALI, 1992; OLNESS, ARCHER, 2005).

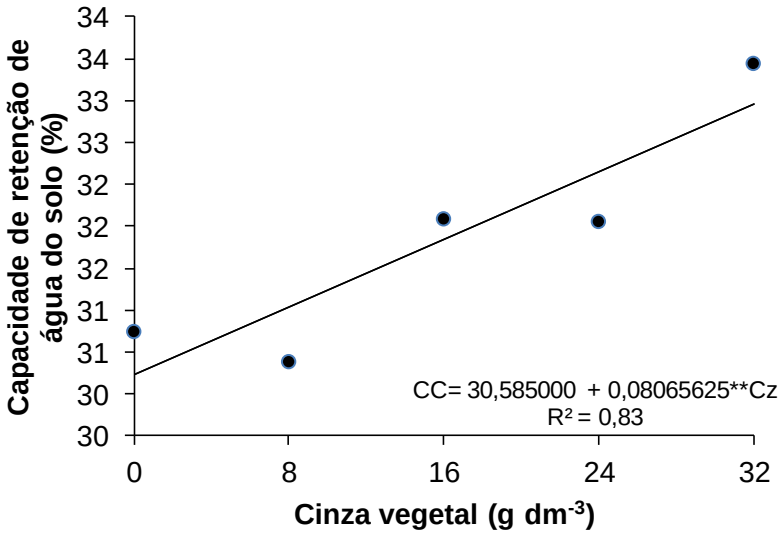


Figura 14. Capacidade máxima de retenção de água pelo solo em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho.

Dessa forma, pode-se observar a contribuição da adubação com cinza vegetal no aumento da capacidade do solo em armazenar água, tendo em vista que o aumento da matéria orgânica no solo contribui na adsorção da água pelos coloides. Essa característica, aumenta a água disponível, e consequentemente favorece a disponibilidade de água para as plantas em períodos de déficit hídrico.

Além disso, o aumento da capacidade de retenção otimiza o uso da água, diminuindo o consumo de água na irrigação, contribuindo na diminuição da lixiviação de nutrientes no perfil do solo em condições de campo.

4.2. pH do solo

O pH do solo foi influenciado linearmente pela adição de cinza vegetal no solo, aos 30 dias da incubação (antes do plantio do Gladíolo) e aos 150 dias (na colheita dos cormos produzidos). Foi observado um incremento de 44,5 e 18,28%, respectivamente, em valores de pH, comparando o tratamento com maior dose de

cinza vegetal (32 g dm^{-3}) com a testemunha (sem adição de cinza vegetal) (Figura 15).

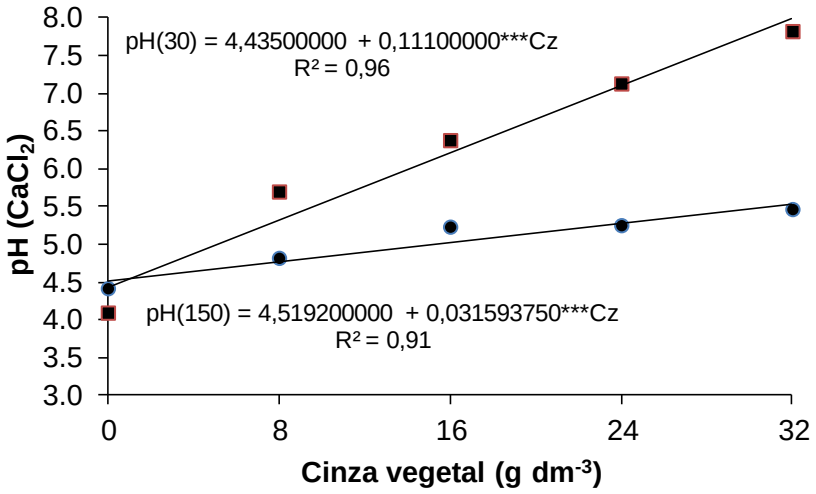


Figura 15. pH do solo aos 30 dias (antes do plantio) e aos 150 dias (no término de condução do experimento), em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. pH= potencial de hidrogênio; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

Essa resposta no aumento do pH, em torno de 3,5 e 1,02 unidades de pH, verificado aos 30 e 105 dias, respectivamente, já era esperado devido a composição química da cinza vegetal utilizada no presente estudo, tendo em vista que o resíduo continha quantidades substanciais de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, confirmando resultados obtidos por Moro e Gonçalves (1995).

Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Prado et al. (2002), onde a cinza de biomassa florestal elevou o pH $CaCl_2$ de 4,1 para 4,6 com a aplicação de cinza com 2,3 Mg ha^{-1} em um Argissolo Vermelho-Amarelo.

Silva et al. (2013) trabalhando com cinza vegetal como corretivo de acidez e fertilidade de um Cambissolo Húmico, obtiveram uma resposta menos expressiva na elevação na unidade de pH, comparado com os resultados alcançado no presente estudo.

Isso pode ter ocorrido devido ao alto poder tampão da acidez existente no Cambissolo Húmico ou, ainda, por características diferentes entre os resíduos usados nos dois experimentos. Segundo Demeyer et al. (2001) a alcalinidade ou poder de neutralização da cinza, diminui com o aumento da temperatura de

combustão e com o tempo de armazenagem da cinza de biomassa. Esses autores usaram uma cinza com o poder de neutralização de 7%, enquanto que no presente estudo esse valor foi de 25%.

Silva (2008), estudando os efeitos da cinza de biomassa florestal nos atributos de solos ácidos, observou que o pH dos solos (Cambissolo e Nitossolo) não foi alterado significativamente com a aplicação de doses de cinza de biomassa florestal, diferentemente dos resultados do presente estudo e de outros estudos abordados na literatura (DAROLT et al., 1993; GUERRINI et al.,1994; KHANNA et al., 1994; PRADO et al., 2002). A aplicação de cinza não foi efetiva na neutralização da acidez do solo pelo fato desse resíduo apresentar poder de neutralização muito baixo, em torno de 6,5%.

No término de condução do experimento, aos 150 dias, foi observado a mesma resposta linear do pH do solo com a adição de cinza vegetal, entretanto com valores de pH menores do verificado nas condições iniciais de estudo, devido, possivelmente, a interação entre solo e a planta, onde a troca de íons entre a Gladíolo e o solo propiciou a acidificação do mesmo. Isso ocorre porque quando a absorção de cátions excede à de ânions as raízes excretam H^+ reduzindo o pH do meio (MALAVOLTA, 1976).

4.3. Altura de planta

A altura de planta do gladíolo White Friendship apresentaram significância isolada para doses de cinza vegetal e umidade do solo, ajustando-se ao modelo linear de regressão e ao modelo quadrático de regressão, respectivamente.(Figura 16 e 17).

Foi observado um decréscimo linear de 22; 21; 16; e 15% na altura de planta com a introdução de cinza vegetal no solo, aos 45, 52, 59 e 66 dias, respectivamente, comparando a maior dose estudada (32 g dm^{-3}) com tratamento controle (sem adição de cinza vegetal) (Figura 16).

Essa resposta do Gladíolo a adubação com resíduo, também foram observados por Pontes et al. (2005), que trabalhando com adubação orgânica, mineral e organo-mineral, verificaram efeitos negativos com a introdução destes resíduos no crescimento do gladíolo.

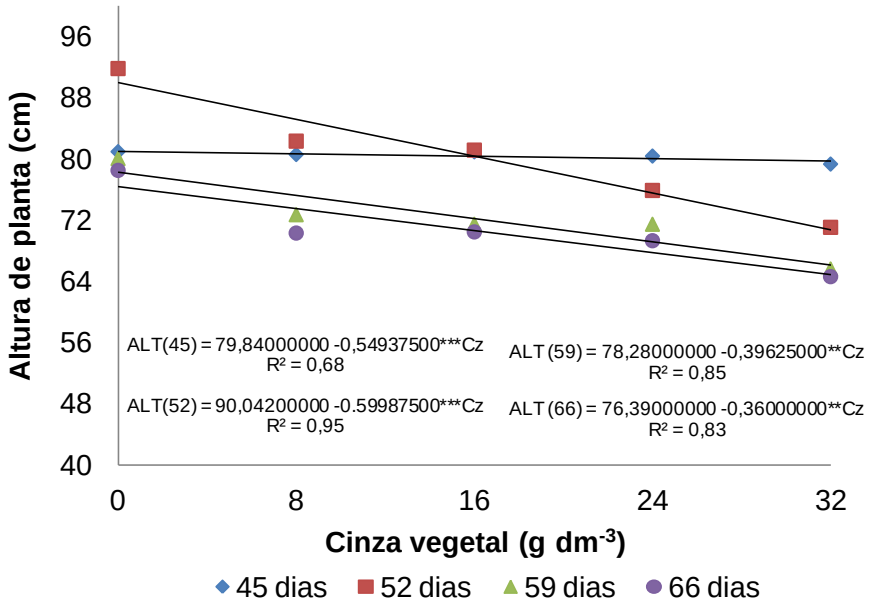


Figura 16. Altura do Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. ALT= Altura de planta; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

As máximas alturas de plantas (77,86; 89,96; 82,96; e 80,55 cm) foram verificadas nas umidades do solo de 26,75; 27,61; 25,72; e 25,6%, respectivamente (Figura 17). Esse efeito das umidades do solo no crescimento vegetativo da planta pode ser explicado devido ao estímulo da água a uma maior assimilação de carboidratos já que é um componente importante da fotossíntese e que estimula o aumento da superfície foliar.

Segundo Melo et. al (2010) a taxa de expansão foliar e sua contribuição fotossintética estão associadas à velocidade de crescimento vegetativo, e uma maior área foliar implica melhorias na produção de fotoassimilados necessários para uma produção de qualidade. Segundo Floss (2004) plantas em condições adversas tendem a diminuir o tamanho da folha, verificados nas menores umidades, evitando maior perda de água por meio da transpiração.

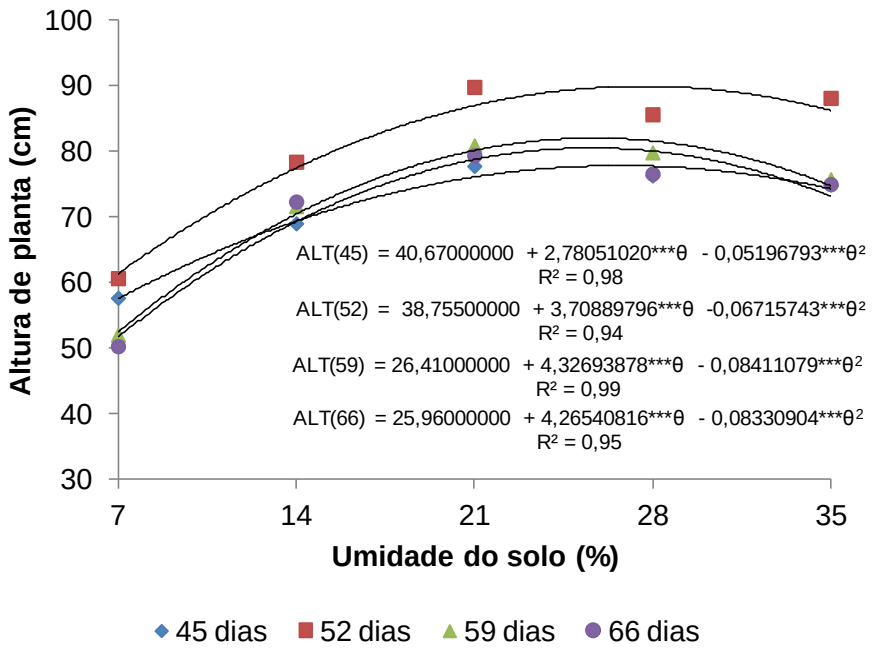


Figura 17. Altura do Gladíolo White Friendship, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. ALT= Altura de planta; θ = Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

4.4. Número de folhas

O número de folhas do Gladíolo White Friendship, obteve significância isolada para as doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo, com ajuste dos resultados ao modelo linear e quadrático de regressão, aos 45, 52 e 59 dias após emergência das plantas (Figura 18 e 19). Entretanto, na ultima avaliação (66 DAE), apresentou interação significativa entre as doses de cinza vegetal e umidade do solo, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão (Figura 20).

Nas três avaliações, o número de folhas ajustaram-se ao modelo linear de regressão com a adubação com cinza vegetal, observando um decréscimo de 16,31; 18,55; e 16,89%, respectivamente, comparando a testemunha (sem adição de cinza vegetal), com o tratamento de cinza vegetal de 32 g dm^{-3} (Figura 18).

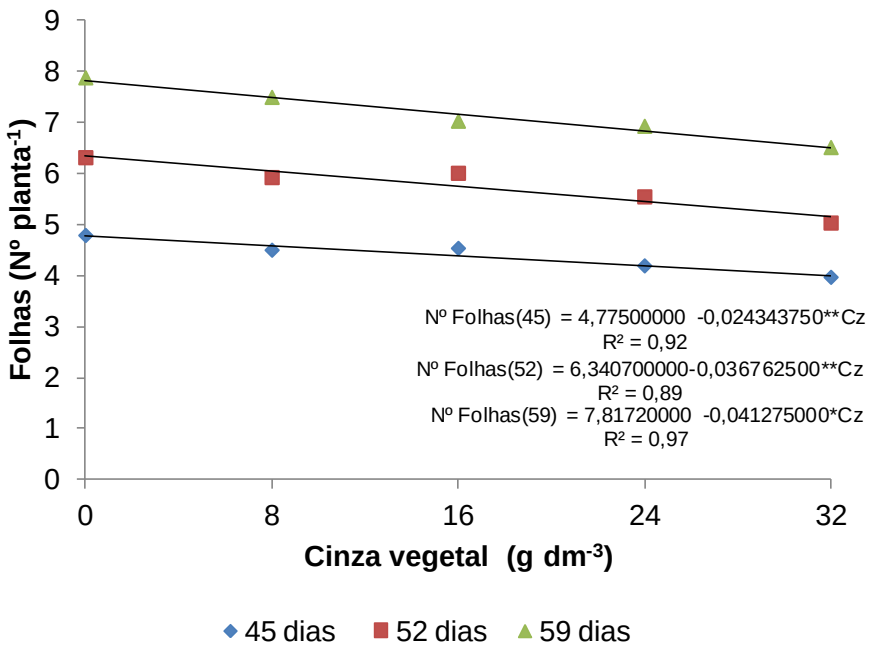


Figura 18. Número de folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 59 DAE, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. Nº Folhas = Número de folhas; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%.

Nas três avaliações (45, 52 e 59 dias), a cinza vegetal reduziu o número de folhas, embora a demanda por nutrientes na fase vegetativa seja elevada, é na fase reprodutiva que seu requerimento nutricional é mais acentuada (BOVI; CANTARELLA, 1996; HARTLEY, 1977; SECRETARIA; MARAVILLA, 1997). No entanto, a magnitude das respostas à aplicação de fertilizantes depende de uma série de fatores relacionados à absorção, transporte e utilização dos nutrientes disponíveis e aplicados ao solo. Também merecem destaque os fatores genéticos e hídricos.

Estudando a umidade do solo isoladamente, foi observado ajuste quadrático de regressão, com as maiores produções de número de folhas (4,96; 6,67; e 8,48 folhas) nas umidades de 28,91; 28,12; e 27,48%, respectivamente para primeira, segunda e terceira avaliações (Figura 19).

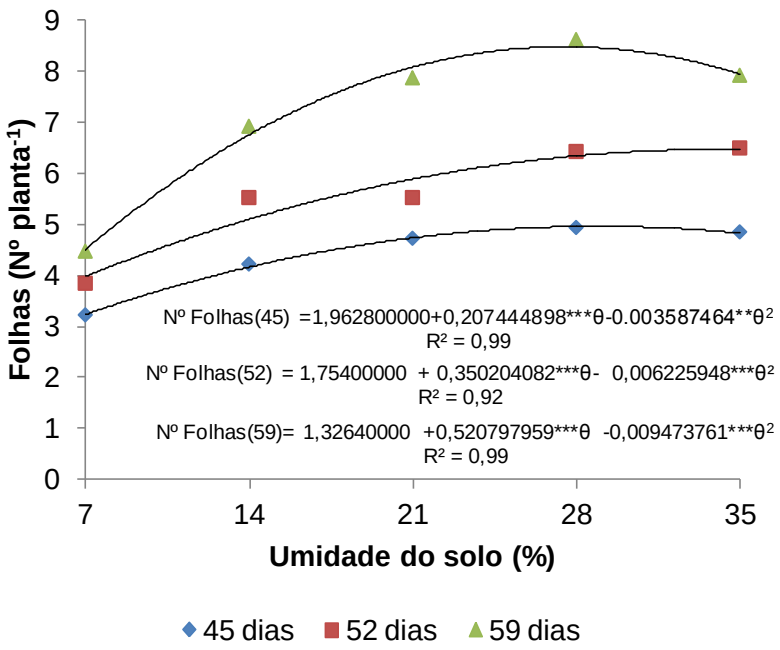
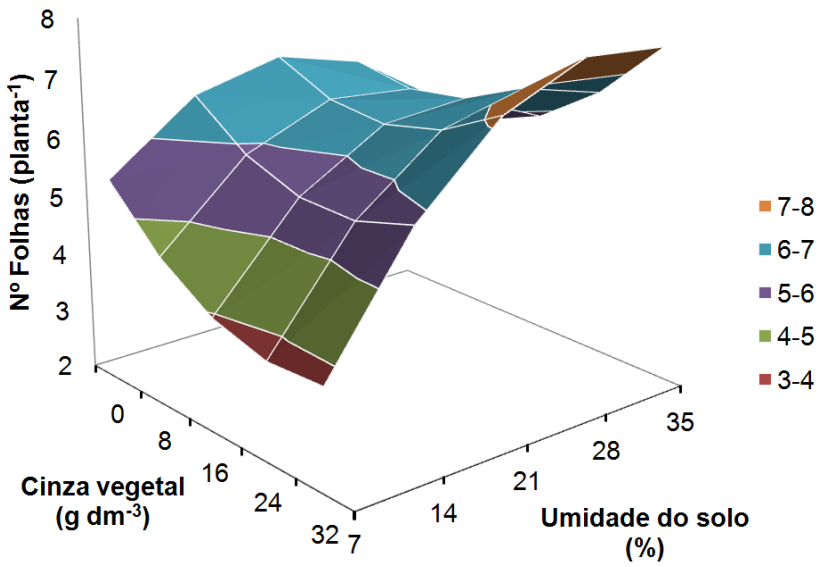


Figura 19. Número de folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 59 DAE, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. Nº Folhas = Número de folhas; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%.

Borges (2005) em experimento com gladíolos observou uma variação de forma quadrática com a lâmina de água aplicada para o número de folhas. Segundo Shillo e Halevy (1976) déficit hídrico em gladíolos no estágio de 4-6 folhas causa morte das inflorescências o que não foi observado no presente experimento.

Na quarta avaliação (66 DAE), por meio do estudo de superfície de resposta constatou-se que a dose de cinza vegetal de 11,68 g dm^{-3} associada à umidade do solo de 24,20%, proporcionariam as máximas produções no número de folhas (6,5) (Figura 20). Isto ocorre principalmente porque a água proporciona aumento do crescimento celular e tem como função na planta a translocação de nutrientes. O seu excesso também pode ser prejudicial na oxigenação das raízes o que desencadeia perdas no crescimento vegetativo.



Nº Folhas = 3,642886-0,168296***Cz+0,314424***θ+0,002596*Cz²+0,004446***Czθ-0,00757***θ²
R²= 0,44

Figura 20. Número de folhas de Gladíolo aos 66 DAE, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. Nº Folhas = Número de folhas; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

4.5. Índice de clorofila

Houve significância isolada para o índice de clorofila nas folhas de Gladíolo White Friendship para doses de cinza vegetal na primeira, segunda e quarta avaliações (Figura 21) e para umidade do solo na primeira e segunda avaliações (Figura 22). Na terceira avaliação (59 DAE), ocorreu interação significativa das doses de cinza vegetal e umidade do solo (Figura 23).

Na primeira, segunda e quarta avaliação (42, 52 e 66 DAE), as doses de cinza vegetal de 21,87; 17,87 e 19,06 g dm^{-3}, foram responsáveis pelos máximos índices de clorofila (55,19; 53,36; e 56,64, respectivamente) no presente estudo (Figura 18).

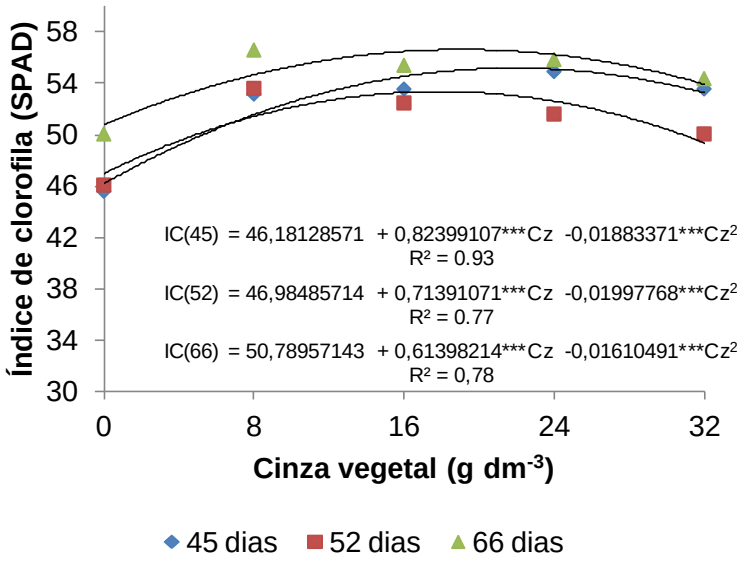


Figura 21. Índice de clorofila (SPAD) das folhas de Gladíolo aos 45, 52 e 66 DAE, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. IC= Índice clorofila SPAD; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%.

O índice de clorofila está diretamente relacionada com avaliação da nutrição nitrogenada da planta, uma vez que existe correlação positiva entre este índice e concentração de nitrogênio nas folhas (COSTA et al., 2008). Novoa e Villagrán (2002), encontraram que os valores e nitrogênio e o índice SPAD estão altamente correlacionados (r = 93** e R^2 = 0,88**).

A relação entre leitura SPAD e teor de nitrogênio é atribuída, principalmente, porque em torno de 50 a 70 % do nitrogênio total das folhas serem integrantes de compostos associados aos cloroplastos e ao conteúdo de clorofila das folhas (CHAPMAN; BARRETO 1997).

Com relação a umidade do solo, foi observado um decréscimo linear de 11,8 e 11,07% no índice de clorofila (SPAD), na primeira e segunda avaliação, respectivamente, na faixa de umidade volumétrica estudada, comparando a menor umidade (7%) com a maior umidade (35%) (Figura 22). Não foi observado diferença significativa do índice de clorofila aos 66 dias em função das umidades do solo.

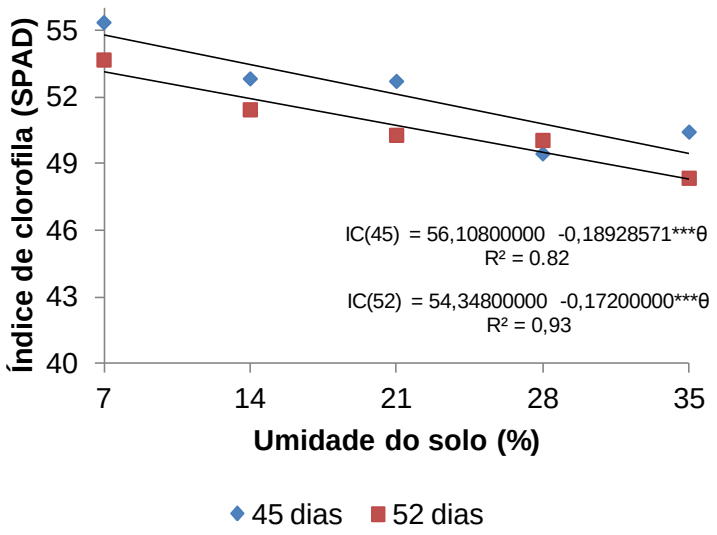
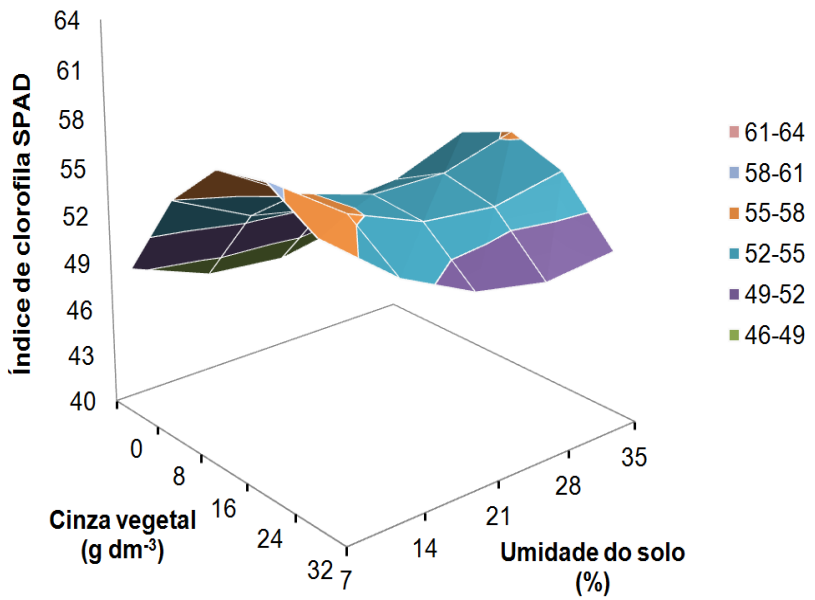


Figura 22. Índice de clorofila (SPAD) das folhas de Gladíolo aos 45 e 52 DAE, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. IC= Índice clorofila SPAD; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%.

Os valores de clorofila são menores em plantas cultivadas em solo com maior quantidade de água devido ao aumento da concentração de radicais livres que a destroem (DREW, 1997). A disfunção hormonal, principalmente ligada ao aumento da concentração de etileno nas folhas induz além da perda de clorofila, a senescência (TAIZ; ZEIGER, 2010) e também redução na absorção de nutrientes, principalmente o nitrogênio, que faz parte da molécula de clorofila (LENHARD, 2008).

Segundo Taiz e Zeiger (2010) o oxigênio é parte essencial da respiração celular, sendo que neste processo origina-se o ATP para os processos bioquímicos da raiz. Na falta desta molécula ocorre redução na atividade de absorção ativa de nutrientes e água, com isso, a parte aérea sofre deficiência de nutrientes necessários ao crescimento. Além disso, a atividade da enzima nitrato redutase é menor em solo alagado (DREW, 1997).

Na terceira avaliação (59 DAE), a dose de cinza vegetal de 18 g dm^{-3}, combinada com a umidade do solo de 25,15%, proporcionaram o máximo índice de 57,07 (Figura 23).



$IC= 52,607786+0,915835^{***}Cz-0,562296^{**}\theta-0,019498^{***}Cz^2-0,008478^{**}Cz\theta+0,014213^{***}\theta^2$

$R^2 = 0,46$

Figura 23. Índice de clorofila (SPAD) em folhas de Gladíolo aos 59 DAE, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. IC= Índice de clorofila SPAD; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

A dose de cinza vegetal de 18 g dm^{-3} seria responsável na disponibilização no solo de 387,9 mg dm^{-3} de fósforo e de 513 mg dm^{-3} de magnésio. O fósforo, melhora a absorção de nitrogênio pela planta, enquanto que o magnésio é um nutriente essencial na constituição da molécula de clorofila.

Prado e Vale (2008), estudando a influencia do nitrogênio, fósforo e potássio no índice de clorofila SPAD no limoeiro cravo, verificaram interação significativa para as doses de nitrogênio e fósforo. O efeito positivo da interação fósforo x nitrogênio, na medida indireta da clorofila, possivelmente deve-se ao papel do fósforo na nutrição das plantas, pois é componente do ATP, que fornece energia ao processo ativo de absorção do nitrogênio (MALAVOLTA et al., 1989), com reflexos no índice de clorofila SPAD.

Dessa forma, a adubação com cinza vegetal tem papel relevante na adição de fósforo, que contribui para a absorção de nitrogênio, tendo em vista que sua ausência reduz a disponibilidade de energia (ATP) requerida para a absorção ativa de nitrato através da plasmalema das células radiculares (RUFTY JR. et al., 1993).

4.6. Massa seca total da parte aérea

Na análise de variância para a produção de massa seca da parte aérea total (folhas+haste) de Gladíolo White Friendship, foi observado significância isolada para as doses de cinza vegetal e umidade do solo. Conforme verificado na altura e número de folhas, a massa seca da parte aérea obteve decréscimo à adubação com cinza vegetal (Figura 24).

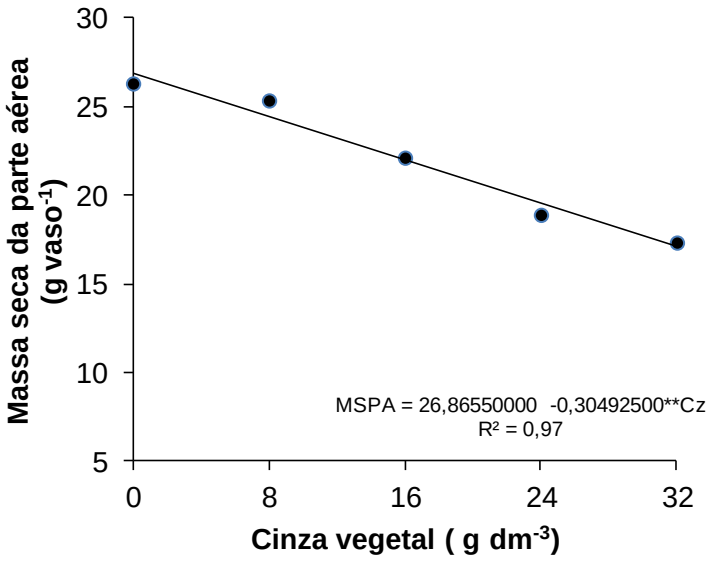


Figura 24. Massa seca da parte aérea (Folhas+Haste) do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. MSPA= Massa seca da parte aérea; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

Segundo Haag et al. (1970), estudando a absorção de nutrientes pela cultura do Gladíolo, observaram que os macronutrientes absorvidos em maior quantidade são o potássio (586, 1 mg) e o nitrogênio (362, 2 mg), seguidos do cálcio (92,4 mg), o fósforo (78,4 mg), o enxofre (35,9 mg), e o magnésio (27,9 mg).

A aplicação de altas doses de fertilizante com fonte potássica pode provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, o que pode ter ocorrido com a aplicação de cinza vegetal (Tabela 4), evidenciando o efeito antagônico do potássio em relação à absorção, tanto do cálcio quanto do magnésio, visto que todos são nutrientes catiônicos que competem fortemente pelos mesmos sítios de absorção (MALAVOLTA et al., 1997; MASCARENHAS et al., 2000).

Além disso, a elevação da concentração de cálcio e magnésio no solo com a adubação com cinza vegetal, também pode ter favorecido o desbalanço na absorção de nutrientes essenciais para o crescimento vegetativo. Segundo Epstein (1975) existe competição na absorção do Mg e do Ca pela planta e o excesso de um desses elementos resulta na diminuição na absorção um do outro. Esse efeito no desequilíbrio nutricional resulta na diminuição no desenvolvimento vegetal (ROSOLEM et al., 1984).

O excesso de sais introduzida no solo, com a aplicação de cinza vegetal, pode ter favorecido a diminuição da altura e produção de folhas do Gladíolo e consequentemente sua massa seca da parte aérea. Uma das explicações possíveis para a inibição do crescimento pela condição salina do solo é o desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a redução na matéria seca pode refletir o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (VIEGAS, 2004).

Provavelmente, o gasto de energia para adaptação da planta à salinidade pode ter interferido na atividade da enzima nitrato redutase, uma vez que essa enzima utiliza energia advinda da fotossíntese.

Estudando a umidade volumétrica do solo isoladamente, verificou-se ajuste quadrático de regressão, observando a máxima produção de massa seca da parte aérea (29,6 g), na umidade volumétrica do solo de 28,93% (Figura 25).

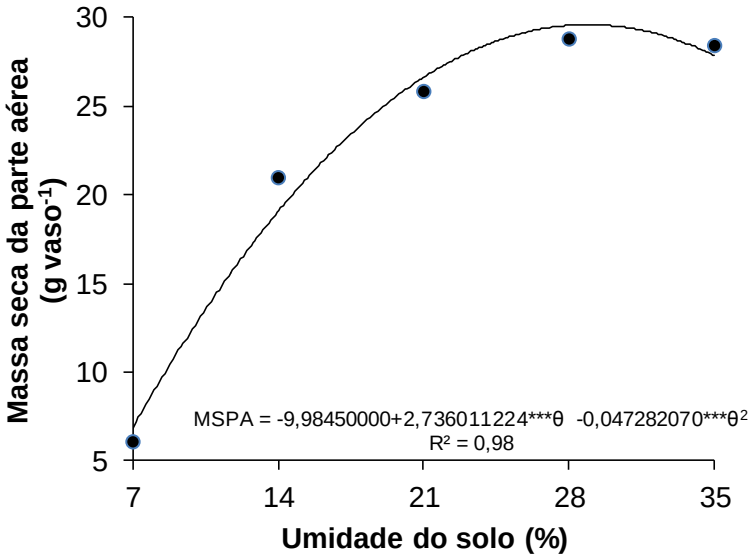


Figura 25. Massa seca da parte aérea (Folhas+Haste) do Gladíolo, em função das doses umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. MSPA= Massa seca da parte

aérea; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

Observa-se a partir desses resultados a importância da água nos processos fisiológicos da planta e consequentemente na produção de massa seca total do Gladíolo. Essa resposta positiva a umidades volumétricas no crescimento vegetativo da planta pode ser explicada devido ao estímulo da água a uma maior assimilação de carboidratos já que é um componente importante da fotossíntese e que estimula o aumento da superfície foliar verificado no aumento da altura (Figura 17) e número de folhas (Figura 19) em umidades volumétricas superiores a 26%.

Segundo Melo et al. (2010) a taxa de expansão foliar e sua contribuição fotossintética estão associadas à velocidade de crescimento vegetativo, e uma maior área foliar implica melhorias na produção de fotoassimilados necessários para uma produção de qualidade. Segundo Floss (2004) plantas em condições adversas tendem a diminuir o tamanho da folha, evitando maior perda de água por meio da transpiração.

4.7. Massa seca de raiz

Não foi observada interação entre as doses de cinza vegetal e umidade do solo para produção de massa seca de raiz por ocasião da colheita das plantas de Gladíolo White Friendship. Foi observada resposta isolada para produção de massa seca de raiz ajustando ao modelo linear de regressão, com uso de cinza vegetal e umidades volumétricas do solo.

Conforme verificado na parte aérea, a cinza vegetal ocasionou redução na produção de raiz com a aplicação desse resíduo no solo. Foi observado um decréscimo de 17,6% em sua massa seca no intervalo experimental estudado, comparando a maior dose (32 g dm^{-3}) com o tratamento controle (sem adição de cinza vegetal) (Figura 26).

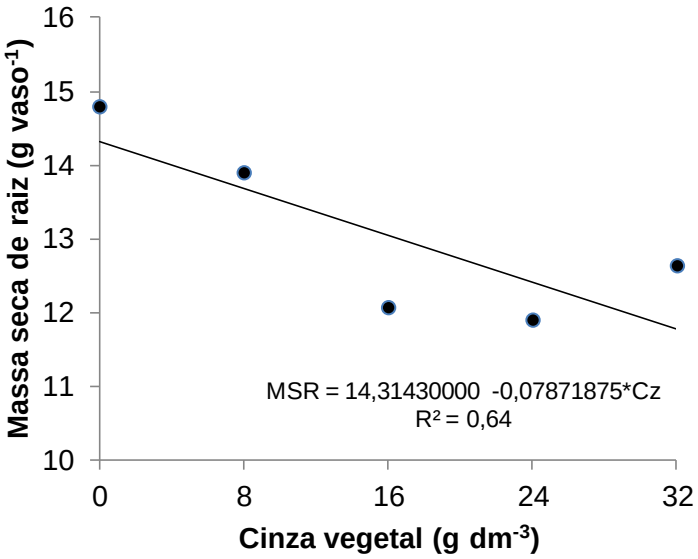


Figura 26. Massa seca de raiz do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. MSR= Massa seca de raiz; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

O efeito à aplicação de cinza vegetal na produção de raiz, evidencia as respostas observadas na parte aérea do Gladíolo. No sistema solo-planta, as raízes são o elo entre a parte aérea da planta e o solo, e o seu estudo são os primeiros indicativos dos efeitos do manejo do solo.

Assim, vale ressaltar que o crescimento das raízes depende de características genéticas, mas é também influenciado por fatores ambientais como a temperatura, o pH, o teor de água e nutrientes, e a compactação do solo. No caso do presente estudo, o pH e o teor de água e nutrientes são os fatores pode ter influenciado no crescimento radicular do gladíolo, uma vez que os demais fatores não foram variados.

Com relação ao pH, a cinza vegetal proporcionou correção da acidez do solo, passando de 4,0 (solo sem adubação com cinza vegetal) para 7,8 no tratamento com 32 g dm^{-3} de cinza vegetal (Tabela 4). É importante considerar que o Gladíolo requer um pH aos níveis de 5,5 a 7,0 (KÄMPF 2000) onde muitos dos nutrientes estão disponíveis para a planta, ficando evidente que em relação a esse parâmetro (pH do solo) não foi responsável pela inibição do crescimento radicular, tendo em vista que a aplicação de cinza vegetal proporcionou uma faixa de pH considerada ótima para cultura.

A quantidade de nutrientes introduzida no sistema, por meio da aplicação de cinza vegetal, pode ter favorecido o desequilíbrio nutricional pronunciada em alguns trabalhos com adubação excessiva, levando o solo a um acúmulo de sais. No presente estudo (Tabela 4), foram introduzidas quantidades expressivas de potássio no solo podendo induzir desequilíbrio nutricional (HAGIN; TUCKER, 1982), pronunciado com a inibição do crescimento radicular do Gladíolo.

Observa-se um expressivo aumento na quantidade de potássio, cálcio e magnésio no solo (Tabela 4), o que pode ter favorecido o efeito antagônico na absorção dos nutrientes na presença demasiada de algum elemento.

O cálcio, por exemplo, em baixas concentrações, têm um efeito estimulante sobre a absorção de potássio. Entretanto, o aumento gradativo na concentração do cálcio, verificado no presente estudo, têm esse efeito diminuído até o momento em que ocorre antagonismo entre esses cátions a níveis mais altos de cálcio e, consequente redução na absorção de potássio pelas plantas (SOARES et al., 1983). Do mesmo modo, a influência do magnésio, reduzindo a absorção de cálcio e potássio foi relatada por Key e Kurtz (1960) em plantas de soja e por Büll e Nakagawa (1995) em plantas de alho.

Além disso, para avaliar a probabilidade de resposta das plantas à adubação potássica, é utilizada, além da concentração absoluta de potássio no solo, a sua relação com as bases cálcio e magnésio. Neste sentido, Castro e Meneghelli (1989) indicam o índice 0,20 para a relação $K/(Ca+Mg)^{1/2}$ como o limite, a partir do qual as adubações potássicas devem apresentar respostas progressivamente menores e, portanto, antieconômicas. Assim, para o presente experimento, a citada relação foi de 0,27 já primeira dose aplicada (Tabela 4), por conseguinte, com probabilidade de resposta negativa da planta à fertilização potássica.

A exploração de maior volume de solo pela raiz verificado no tratamento controle, pode ter sido favorecido a absorção de nutrientes em quantidades ideais para o crescimento vegetativo, verificado nas três primeiras avaliações para o número de folhas e ao final do experimento com a massa seca da parte aérea total.

Analisando isoladamente a resposta de produção de massa seca de raiz à umidade do solo, verificou-se decréscimo linear de 42,57%, comparando a menor umidade (7%) com a maior (32%) (Figura 27).

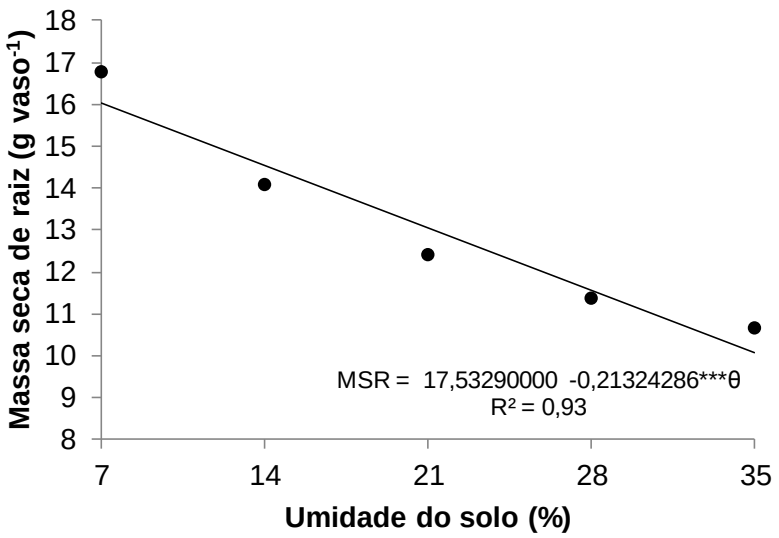


Figura 27. Massa seca de raiz do Gladíolo, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. MSR= Massa seca de raiz; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

Observa-se que em condições de baixa umidade do solo, há um aprofundamento das raízes do Gladíolo, demonstrando sua capacidade de adaptação diante de situações adversas. Tal característica é importante para que a planta tolere melhor os períodos mais secos.

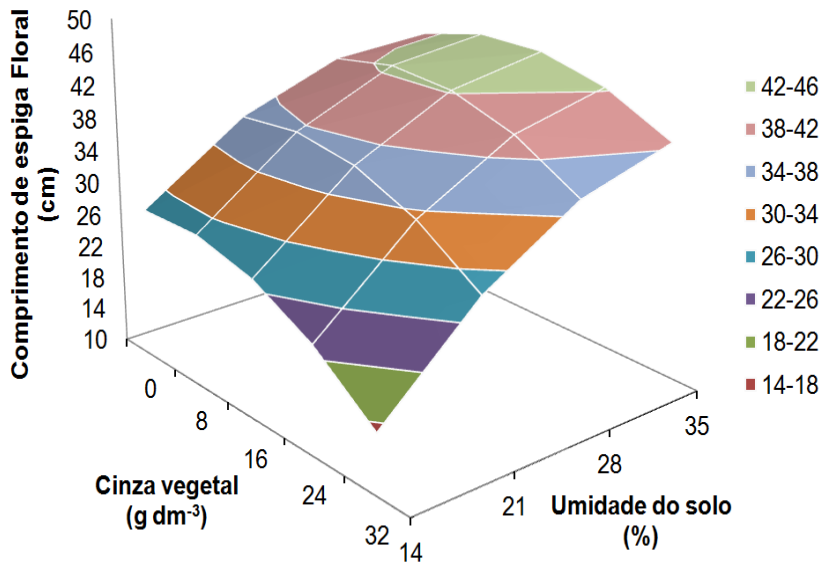
Observou-se que com o acréscimo de umidade no solo, houve uma tendência na diminuição de gasto de energia para o crescimento radicular, uma vez que, a água estava mais disponível em um volume cada vez menor no substrato (Figura 27).

Rena e Guimarães (2000) afirmaram que, em condições de hidratação ótima, o crescimento radicular tende a ser menor do que em condição de estresse moderado. É frequente ver um sistema radicular essencialmente superficial quando todas as camadas estão úmidas e quando as camadas superficiais começam a secar uma proliferação de raízes mais profundas (Costa, 2001), conforme foi verificado no presente estudo.

4.8. Comprimento de espiga e haste floral

Foi observado interação significativa entre as doses de cinza vegetal com a umidade do solo para o comprimento da espiga e haste floral por ocasião da colheita das flores, ajustando-se a modelo polinomial de regressão no estudo de superfície de resposta (Figuras 28 e 29).

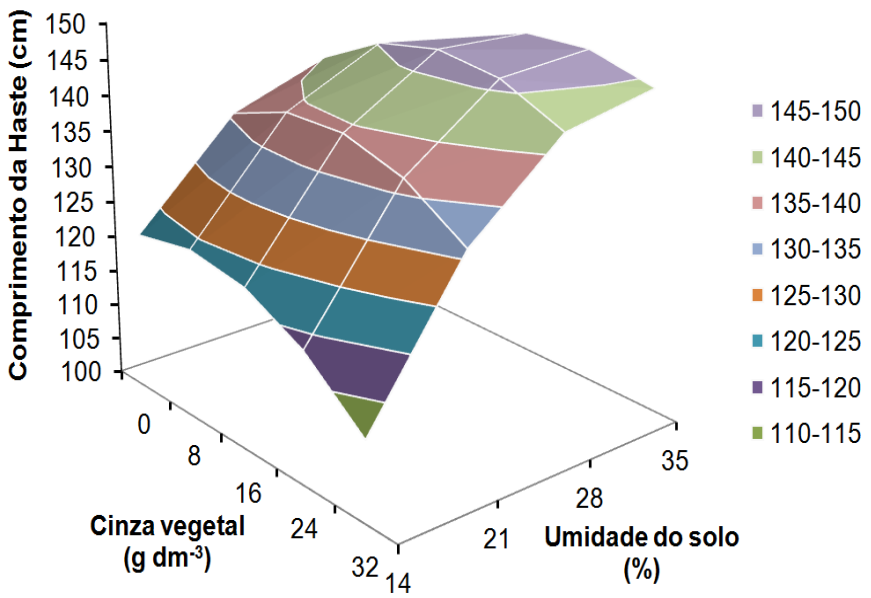
No estudo de superfície de resposta para o comprimento da espiga floral observou-se que a dose de cinza vegetal de 12,95 g dm^{-3}, associada a umidade do solo de 34,26%, proporcionariam os maiores comprimentos de espiga floral na faixa estudada (Figura 27). Entretanto para haste floral, o máximo comprimento foi observado na dose de cinza vegetal de 19,35 g dm^{-3}, associada a umidade do solo de 31,30% (Figura 28).



$CE = 2{,}576157^{***}\theta - 0{,}016043^{**}Cz^2 + 0{,}012127^{*}Cz\theta - 0{,}039883^{**}\theta^2$

$R^2 = 0.76$

Figura 28. Comprimento da espiga floral no ponto de colheita, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. CE= Comprimento da Espiga floral; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.



$CHF = 68{,}508257 + 5{,}081389^{***}\theta - 0{,}023049^{*}Cz^2 + 0{,}028501^{**}Cz\theta - 0{,}089977^{***}\theta^2$

$R^2 = 0.73$

Figura 29. Comprimento da haste floral no ponto de colheita, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. CHF= Comprimento da haste floral; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

O comprimento da espiga floral é uma variável importante para avaliar o potencial de produção do número de flores, tendo em vista que quanto maior seu comprimento, maior será o número de botões florais produzido na haste. A combinação de cinza vegetal e umidade solo, proporcionaria uma haste com comprimento de 148 cm, sendo classificada conforme estabelece Veiling-Holambra, hastes florais de classificação extra (Tabela 5).

Segundo Tombolato (2004), a adubação de cobertura nitrogenada e potássica, é importante para a produção de hastes florais mais longas. Sendo assim, evidenciada a importância do potássio oriundo da cinza vegetal para o comprimento da haste floral nessas condições, tendo em vista que a adubação nitrogenada foi igual em todos os tratamentos.

Borges (2005) e Pereira et al. (2009) também observaram que a deficiência hídrica proporcionou uma queda na produção das hastes florais de gladíolos, assim como também uma queda na qualidade das hastes florais para fins comerciais.

Segundo Pereira et al. (2009) e Carvalho et al. (2001), para todas as fases fenológicas, mantendo-se a tensão de água no solo próxima à capacidade de campo

obtém-se os maiores comprimentos de hastes florais, indicando que irrigações mais frequentes são mais indicadas.

Observou-se que as plantas dos tratamentos com umidade de 7%, não houve a formação da haste floral, permanecendo apenas na fase vegetativa, indicando a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico. Isso pode ter ocorrido porque as fases de crescimento e espigamento são mais sensíveis à variação de umidade de água no solo. Halevy (1962) encontrou dois estágios de sensibilidade ao estresse hídrico no crescimento da planta sendo o primeiro, no estágio de crescimento inicial do gladíolo, e segundo, no estágio da quarta folha até a elongação da haste floral.

Corroborando com esses resultados, Pereira et al. (2009), avaliando o crescimento e produção de hastes florais de gladíolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo, verificaram que a melhor qualidade do gladíolo foi conseguida quando as irrigações eram aplicadas de forma a não permitir que a tensão de água no solo ultrapasse o limite de 15 kPa, próximo à capacidade de campo. Além disso, observaram que em maiores tensões, de 60 kPa, o tamanho médio da haste não atingiu classificação comercial, indicando a sensibilidade da cultura à menores conteúdos de água no solo.

4.9. Diâmetro de flor

Na análise de variância para o diâmetro das flores de Gladíolo White Friendship não se verificou significância para a interação entre as doses de cinza vegetal com a umidade do solo, no ponto de colheita. No entanto, foi verificada significância tanto para as doses de cinza vegetal como para as umidades volumétricas aplicadas no solo, ocorrendo ajuste a modelo quadrático e linear de regressão, respectivamente (Figura 30 A e B).

A cinza vegetal proporcionou ajuste ao modelo quadrático de regressão para o diâmetro de flor, obtendo a melhor resposta (8,20 cm) na dose de cinza vegetal de 11,61 g dm^{-3} (Figura 30 A).

Já estudando a umidade do solo isoladamente, verificou-se um crescimento linear de 19,70% no diâmetro da flor, quando se comparou a umidade de 14%, com a de 35% (Figura 30 B).

De acordo com Melida (1989) o máximo diâmetro de flores (8,20 cm) observado na dose de 11,61 g md^{-3} de cinza vegetal, se classificaria como de

classe 200, sendo de designação pequena (6,4 a 8,9 cm) e de cor branca. A dose de cinza vegetal de 32 g dm^{-3} proporcionou flores classe 100 (menor que 6,4 cm), sendo classificadas como miniaturas.

Segundo Barbosa (2011) no exterior, principalmente na Europa, os gladíolos são classificados utlizando-se três dígitos, sendo o primeiro referente ao tamanho da flor, o segundo à cor e o terceiro à profundidade da cor.

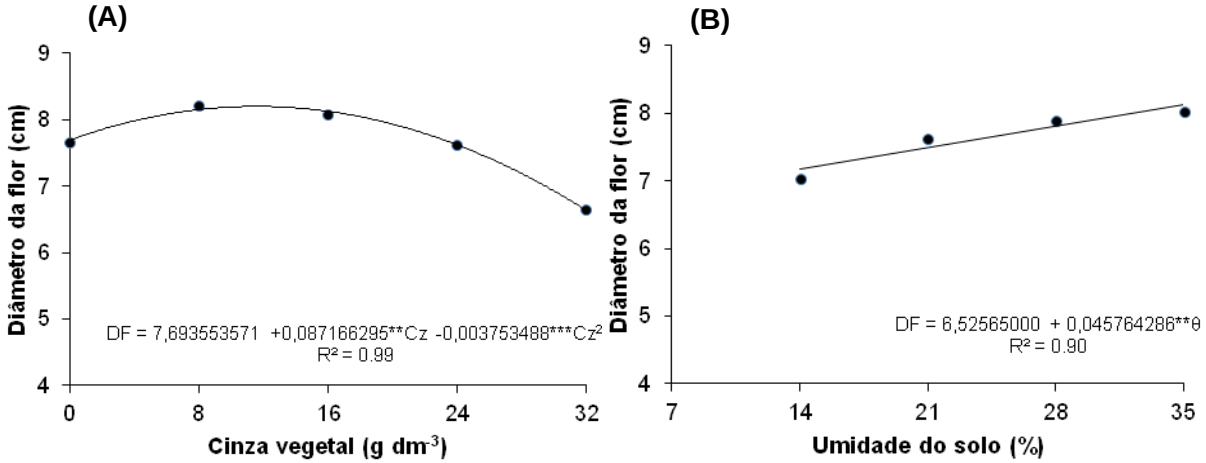


Figura 30. Diâmetro da flor do Gladíolo White Friendship (Flor basal), em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudadas isoladamente. DF= Diâmetro da flor; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

4.10. Número de flores

Na análise de variância para o número de flores de Gladíolo White Friendship não se verificou significância para a interação entre as doses de cinza vegetal com a umidade do solo, no ponto de colheita. No entanto, foi verificada significância tanto para as doses de cinza vegetal como para as umidades do solo, ocorrendo ajuste a modelo quadrático em ambos os casos (Figura 31 A e B).

No ponto de colheita foi constatado efeito isolado da dose de cinza vegetal e da umidade volumétrica do solo, com as máximas produções do número de flor (11,38 e 11,76 flores $haste^{-1}$), na dose de cinza vegetal de 11,64 g dm^{-3}, e na umidade volumétrica do solo de 32,71%, respectivamente.

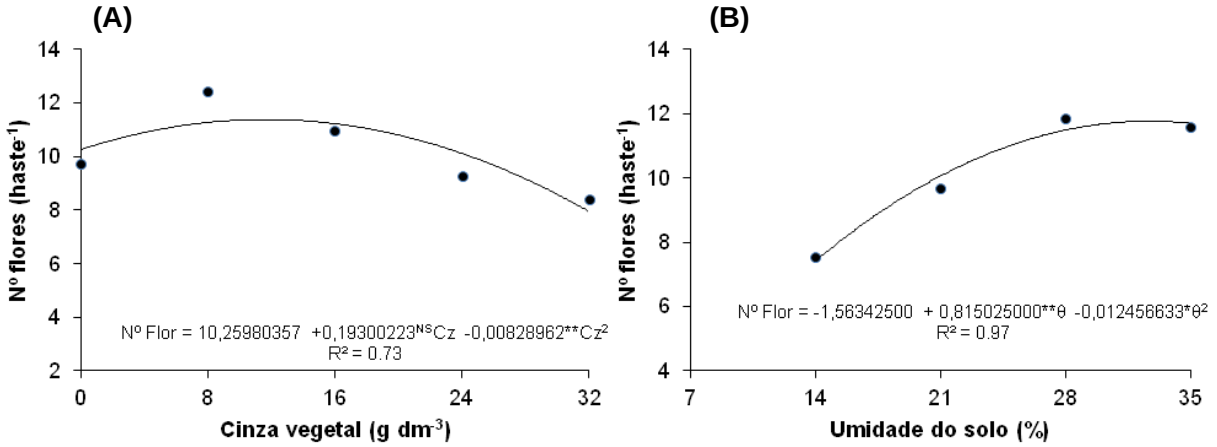


Figura 31. Número de flores por haste floral de Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente. Nº Flor= Número de flores; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

De acordo com Woltz (1955), o nitrogênio é responsável pelo número de hastes florais produzidas e pelo número de botões florais por haste, enquanto o potássio influencia diretamente o comprimento da haste floral.

Dessa forma, fica mais pronunciado a influência do fósforo e potássio contido na cinza vegetal na absorção do nitrogênio pela planta. Resultados experimentais indicam que deficiência de fósforo limita a absorção de nitrogênio em algumas culturas e reduz a absorção de nitrato em *Hordeum vulgare*, em *Nicotiana tabacum* e em *Glycine max* L., dentre outros. Além disso, Bonfim-Silva et al. (2014), estudando as características nutricionais dos capins Marandu e Xaraés, observaram aumentando significativos nas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio na parte área dessas gramíneas com o uso de cinza vegetal.

Segundo Rufty JR et al. (1993), a redução da absorção de nitrogênio por plantas deficientes em fósforo pode ser consequência de vários fatores associados com a condição de estresse de fósforo. Uma possibilidade seria a redução da disponibilidade de energia (ATP) requerida para a absorção ativa de nitrato através da plasmalema das células radiculares.

Em contrapartida, o potássio participa na regulação da absorção do nitrato pelas raízes das plantas. De acordo com Krauss (2005), quando o nitrato é reduzido nas folhas, forma-se malato em resposta ao aumento do pH interno do tecido.

Segundo o autor, parte do malato é transferido ao floema e acompanhado pelo potássio para ser translocado para as raízes, local onde sofre a descarboxilação. O ácido carbônico produzido é liberado no meio em troca do nitrato absorvido, assim controlando a absorção do nitrato. O potássio recirculado serve como contra-íon para o transporte de nitrato no xilema até a parte aérea (MENGEL; KIRKBY, 2001). Desta forma, plantas com inadequado suprimento de potássio reduzem a eficiência do transporte de nitrato para a parte aérea.

Segundo Stromberger et al. (1994), o potássio participa em inúmeros processos que envolvem o metabolismo do nitrogênio na planta, no entanto, o excesso de potássio restringe a absorção de nitrogênio.

De acordo com a classificação padrão do Veiling-Holandra, a dose de cinza vegetal de 11,64 g dm^{-3} e umidade volumétrica de 32,71%, seria a faixa estudada que proporcionaria baseada no número de inflorescências produzidas, hastes florais classificadas em II, que para valores econômicos comerciais, teria um retorno satisfatório.

O maior número de flores com o aumento da lâmina de água também foi observado por Bastug et al. (2006) na qual trabalhando com três tratamentos de irrigações (0, 50, 75 e 100% da evapotranspriração), observaram que a maior porcentagem de florescimento foi obtida com a lâmina de reposição de 86,2% seguida das lâminas de 75,2% e 58,1%.

4.11. Massa fresca da haste floral

Para massa fresca da haste floral, não foi verificado significância da interação entre as doses de cinza vegetal com a umidade volumétrica do solo. Entretanto, verificou-se efeito isolado significativo para doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo, ajustando ao modelo quadrático de regressão (Figura 32).

A máxima produção de massa fresca da haste floral (66 e 67,27 g $planta^{-1}$), foi obtida na dose de cinza vegetal de 10,68 g dm^{-3} e na umidade do solo de 34,64%, respectivamente, no ponto de colheita (Figura 32 A e B).

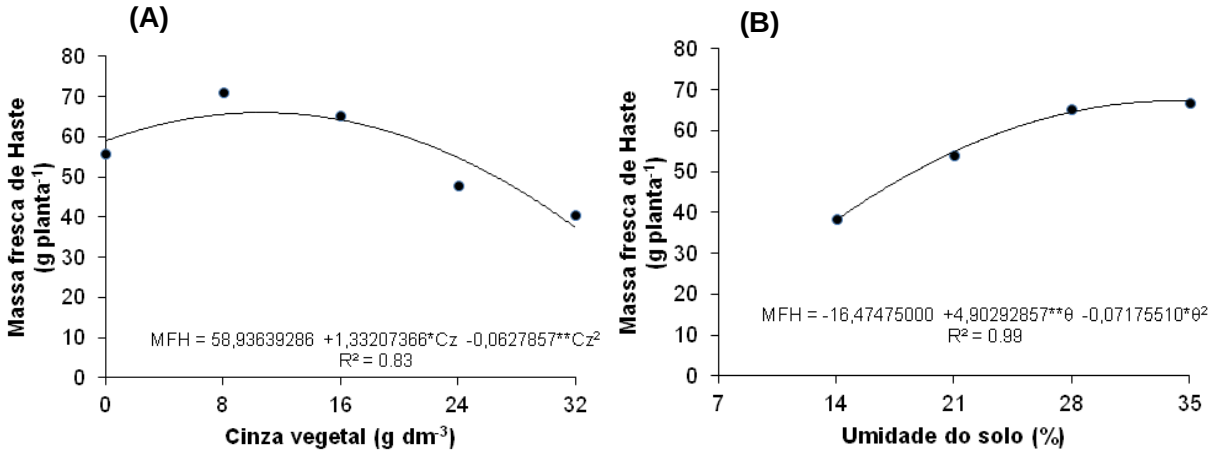


Figura 32. Massa fresca de haste floral de Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente. MFH= Massa fresca de haste floral; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

O potássio, presente na cinza vegetal, aumenta a massa seca e fresca da parte aérea de plantas devido sua contribuição nas diversas funções que exerce na planta, principalmente na abertura e fechamento dos estômatos. A entrada de potássio nas células-guardas dos estômatos diminui a componente osmótica do potencial hídrico, acarretando entrada de água, que por sua vez, aumenta a turgidez das células e abertura dos estômatos.

O decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos (Santos, 2006). Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO_2 para as folhas afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que pode reduzir a produtividade (Souza et al., 2010).

Por outro lado, conforme verificado na umidade do solo de 34,64%, a planta responde positivamente às condições mais favoráveis de água no solo, mantendo taxas fotossintéticas elevadas, proporcionando maior produção de fotoassimilados e implicando em maiores produtividades.

Além disso, o fósforo que também foi introduzido no sistema pela aplicação de cinza vegetal, está diretamente ligada à participação em compostos e reações vitais para as plantas, e indiretamente porque na sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outros. Esse nutriente é

absorvido predominantemente na forma iônica de H_2PO_4; sua acumulação nas células corticais da raiz é seguida pela transferência dentro desta até o xilema através do simplasto, chegando às folhas ou às regiões de crescimento, sendo juntamente com o nitrogênio o elemento mais prontamente redistribuído (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2010).

4.12. Número de dias para o florescimento

A cinza vegetal proporcionou ajuste quadrático para a quantidade de dias para o florescimento, apresentando o menor numero de dias para o florescimento (cerca de 50 dias), na dose de cinza vegetal de 8 g dm^{-3} (Figura 33).

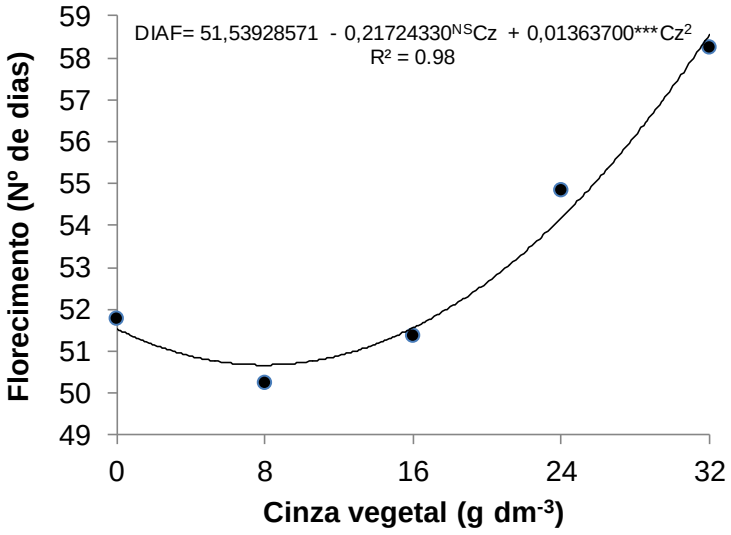


Figura 33. Número de dias para o florescimento do Gladíolo White Friendship, em função das doses de cinza vegetal em Latossolo Vermelho. DIAF= dias para o florescimento; Cz= Cinza vegetal. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

O florescimento é precedida por um período de elongação da parte aérea e ambos os fenômenos estão diretamente relacionados, uma vez que a indução do florescimento foi mais rápido no tratamento com maior desenvolvimento vegetativo, ou seja, no tratamento sem adição de cinza vegetal.

Além disso, a alta disponibilização de potássio introduzida no solo por meio da cinza vegetal (Tabela 4), pode ter desequilibrado o balanço de absorção de alguns nutrientes importantes para o florescimento.

A dose de cinza vegetal de 8 g dm^{-3} antecipou em um dia o florescimento do Gladíolo, enquanto que a maior dose (32 g dm^{-3}) atrasou em sete dias o florescimento, comparando com o tratamento sem adição de cinza vegetal (Figura 33).

Zubair et al. (2006) relatam que a utilização de K_2SO_4 com 200 kg ha^{-1} atrasou em 20 dias a emissão das espigas florais enquanto que a dose de 100 kg ha^{-1} a antecipou em 8 dias em relação ao controle (0 kg ha^{-1}). Além disso, a elevada adubação potássica pode induzir a deficiência de Ca e Mg provocando encurvamento das hastes, quebra da inflorescência floral, aborto floral, encurtamento das espigas e atraso no florescimento (TOMBOLATO, 2004).

Estudando a umidade do solo isoladamente, observa-se um decréscimo no número de dias para o florescimento com o aumento da umidade (Figura 34). A umidade de 35% antecipou o florescimento em cerca de 6 dias comparando com a umidade de 14%. Com isso verificasse que por meio de irrigações mais frequentes, é possível conseguir produções mais precoces (PAIVA et al., 1999).

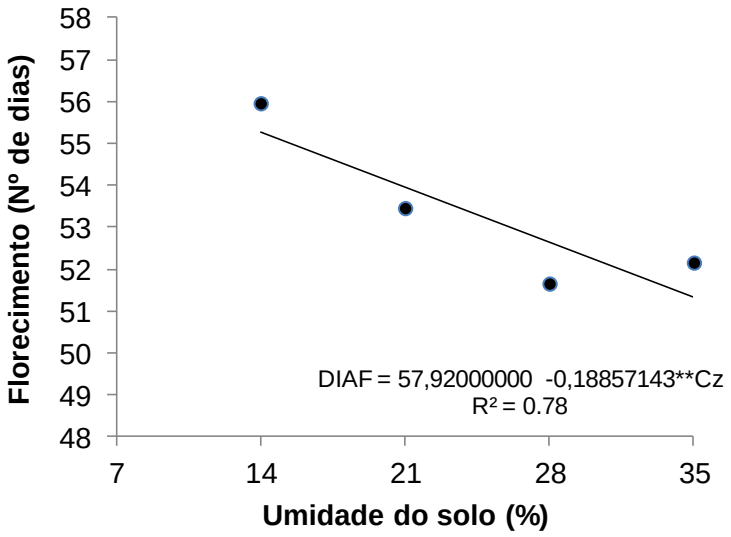


Figura 34. Número de dias para o florescimento do Gladíolo White Friendship, em função das umidades volumétricas em Latossolo Vermelho. DIAF= dias para o florescimento; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

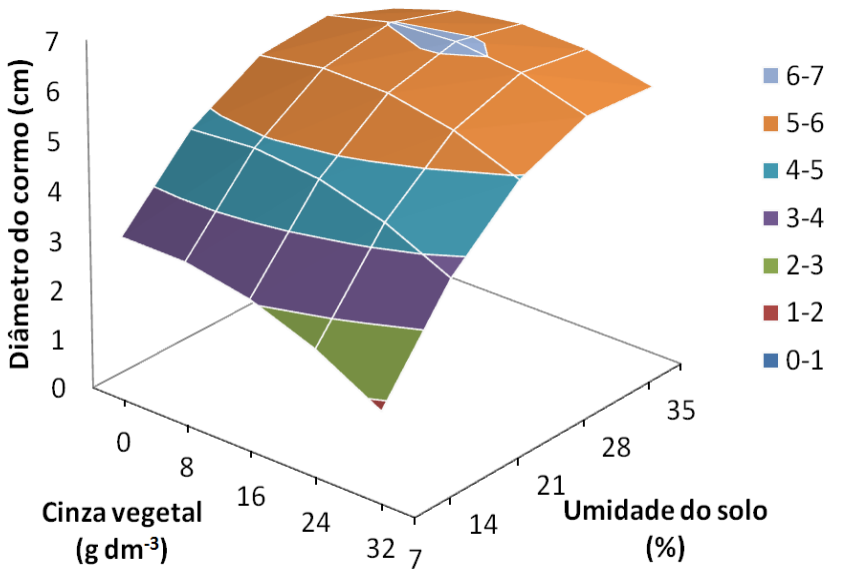
Essa resposta na antecipação na abertura das inflorescências com aumento da umidade do solo, também foi observada por Borges (2005) trabalhando com irrigação com gladíolos. Segundo Pereira et al. (2009) irrigações mais frequentes, aplicadas a tensões de 15 kPa antecipam a abertura das inflorescências.

É válido ressaltar, que o florescimento do Gladíolo inferior a 60 dias, verificado em todos os tratamentos já era esperado, uma vez que essa espécie tem o estímulo ao florescimento antecipado quando cultivado em locais com menores latitudes e prolongado em maiores latitudes, o que foi comprovado nos trabalhos desenvolvidos por Boyle et al. (2009) em Boa Vista-Brasil (02º49' N) e por Zubair et al. (2006) em Peshawar-Paquistão (34°17' N) que produziram flores da cultivar Peter Pears respectivamente aos 54 e 166 dias após o plantio.

4.13. Diâmetro e peso dos cormos

A análise de variância para o diâmetro e peso do cormo de Gladíolo foi significativa para interação entre as doses de cinza vegetal e de umidade do solo, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão (Figuras 35 e 36).

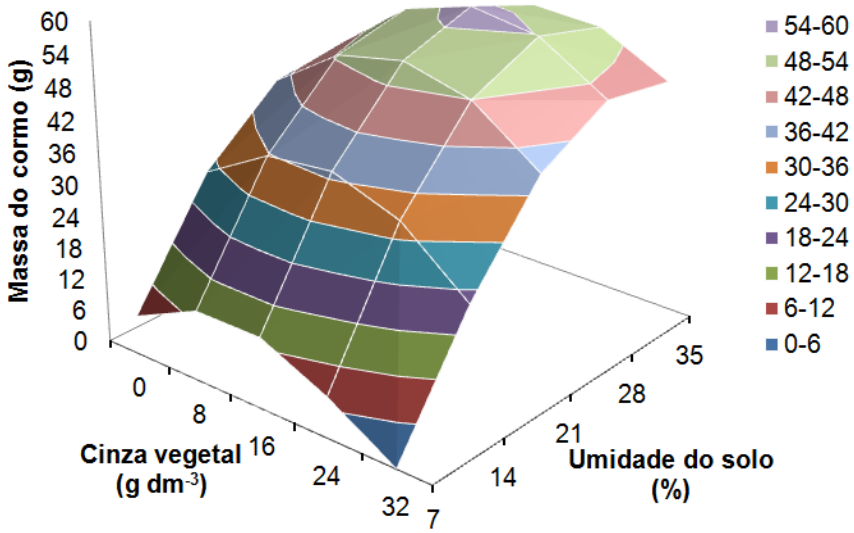
Por meio do estudo de superfície de resposta constatou-se que a dose de cinza vegetal de 14,31 e 17,33 g dm^{-3} associada à umidade do solo de 27,91 e 28,06%, proporcionaram o maior diâmetro e peso do cormo, respectivamente, ao 147 dias de condução do experimento.



$DC= 1,200307+ 0,350186^{***}\theta- 0,001849^{**}Cz^2+ 0,001897^{**}Cz\theta- 0,00676^{***}\theta^2$

$R^2= 0.71$

Figura 35. Diâmetro do cormo de Gladíolo White Friendship produzido, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. DC= Diâmetro de cormo; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e * Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.



$PC= -23,229779+ 0,959673^{*}Cz- 0,045999^{***}Cz^2+ 5,048394^{***}\theta- 0,096937^{***}\theta^2+ 0,022619^{*}Cz\theta$

$R^2= 0.63$

Figura 36. Peso do cormo de Gladíolo White Friendship produzido, em função das combinações de doses de cinza vegetal e umidade volumétrica do solo. PC= peso do cormo; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e *, Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

Segundo Haag et al. (1970), trabalhando com a nutrição mineral do Gladíolo em solução nutritiva, observaram que os valores percentuais dos macronutrientes são bem mais elevados no cormo em formação do que o cormo velho, especialmente em nitrogênio e potássio.

Fernandes et al. (1974), trabalhando com adubação nitrogenada e potássica na cultura do Gladíolo (White Friendship), observaram que o potássio proporcionaram a obtenção de cormos mais pesados, não apresentando efeito isolado significativo para adubação nitrogenada. Resultados semelhantes para adubação nitrogenada foram verificados por Porto et al. (2014), não observando efeito do nitrogênio no peso final dos cormos.

Desta forma, fica evidenciado o efeito do potássio disponibilizado pela aplicação de cinza vegetal no solo, que foi responsável de introduzir no solo cerca de 287 mg de K_2O dm^{-3} (238 mg de K dm^{-3}), na dose de cinza vegetal de 17 g dm^{-3}. Na literatura existe informações que o potássio influência na translocação de açucares para raízes, bulbos e tubérculos, armazenando-se como substancias de reserva (MALAVOLTA et al., 1997; ULRICH; OHKI, 1966).

Sasso (1962) também observou aumento no diâmetro com o aumento da umidade do solo em trabalhos com gladíolos com diferentes umidades do solo.

Foi verificado que a menor umidade volumétrica do solo (7%), produziu cormos com classificação na classe por perímetro de 7-8, seguidas das classes de 12-14 e 14-16 para as umidades de 14 e 21%, respectivamente, e a partir da umidade volumétrica de 28%, que obteve diâmetro superior a 5,7 cm, ficando classificadas em >16 cm (Tabela 2).

O aumento do diâmetro e peso dos cormos produzidos em função da utilização da cinza vegetal e umidade do solo em níveis ideais, favorece a comercialização dos cormos com maior valor agregado, tendo em vista que cormos maiores são mais caros, em função dos benefícios na produção final de flores.

Segundo Gressler (1992), o tamanho da planta e da espiga floral está diretamente relacionado ao diâmetro do cormo. Quanto maior o cormo, maior e mais ricas são as suas reservas nutricionais, proporcionando crescimento mais vigoroso, florada mais intensa e maior durabilidade.

4.14. Número de cormilhos

Foi observado diferença significativa isolada para o número de cormilhos ajustando-se ao modelo quadrático de regressão para doses de cinza vegetal, e ao modelo linear de regressão para umidades volumétricas do solo (Figura 37 A e B).

A produção de cormilhos foi mais expressiva na dose de cinza vegetal de 12,6 g dm^{-3}, sendo observado cerca de 74 cormilhos produzidos por vaso (Figura 37 A). Já nas umidades volumétricas do solo, foi observado um incremento linear de 89% da produção de cormilhos dentro do intervalo experimental estudado, comparando a menor umidade (7%), com a maior (32%) (Figura 37 B).

Esses resultados corroboram com Porto et al. (2014), que trabalhando com adubação nitrogenada e lâminas de água no cultivo do Gladíolo, observaram incrementos superiores a 84% na produção de cormilhos, comparando os níveis de reposição de 50% com 150%.

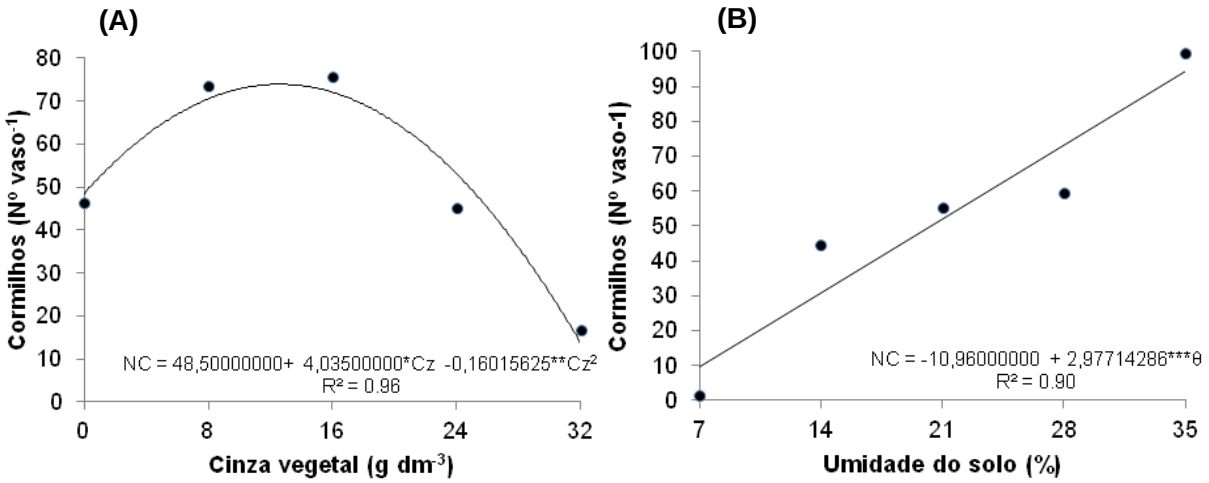


Figura 37. Número de cormilhos de Gladíolo White Friendship produzido, em função das doses de cinza vegetal (A) e umidade volumétrica do solo (B), estudado isoladamente. NC= Número de cormilhos; Cz= Cinza vegetal; θ= Umidade volumétrica do solo. ***, ** e *, Significativo a 0,1; 1 e 5%, respectivamente.

4.15. Correlações

No estudo de correlação simples entre as variáveis, foi verificada relação positiva e negativa (Tabela 6) entre as variáveis analisadas no cultivo do Gladíolo

White Friendship, em função das doses de cinza vegetal e umidades do solo em Latossolo Vermelho.

Por meio da análise de correlação, verificou-se que a variável pH do solo, não se correlacionou com as outras variáveis analisadas, exceto com os valores de pH no término da condução do experimento aos 150 dias, com uma correlação positiva de r=0.77** à 1% de probabilidade, reforçando o ajuste linear verificado na figura 14.

Tabela 6. Coeficientes de correlação entre as variáveis do Gladíolo, em função das doses de cinza vegetal e umidades volumétricas do Latossolo Vermelho.

	pH30	pH150	ALT	IC	NF	DP	MSPA	MSR	CH	CE	DF	NFL	MFH	NDF	DC	PC	NCOR
pH30	1	0.77**	-0.35**	0.37**	0.00^{NS}	-0.28**	-0.34**	-0.23*	-0.47**	-0.38**	-0.34**	-0.16^{NS}	-0.29**	0.50**	-0.08^{NS}	0.02^{NS}	-0.16^{NS}
pH150		1	-0.20*	0.25*	0.03^{NS}	-0.13^{NS}	-0.13^{NS}	-0.24*	-0.23*	-0.17^{NS}	-0.15^{NS}	-0.03^{NS}	-0.09^{NS}	0.32**	0.07^{NS}	0.16^{NS}	0.01^{NS}
ALT			1	-0.27**	0.57**	0.82**	0.83**	-0.39**	0.70**	0.70**	0.47**	0.50**	0.57**	-0.46**	0.72**	0.60**	0.46**
IC				1	-0.28**	-0.11^{NS}	-0.16^{NS}	-0.02^{NS}	-0.17^{NS}	-0.08^{NS}	0.07^{NS}	0.11^{NS}	0.05^{NS}	0.06^{NS}	0.02^{NS}	0.15^{NS}	-0.10^{NS}
NF					1	0.48**	0.41**	-0.38**	0.31**	0.33**	0.09^{NS}	0.20*	0.17^{NS}	-0.13^{NS}	0.56**	0.47**	0.12^{NS}
DP						1	0.89**	-0.43**	0.75**	0.76**	0.50**	0.58**	0.67**	-0.51**	0.83**	0.75**	0.50**
MSPA							1	-0.37**	0.76**	0.79**	0.53**	0.59**	0.68**	-0.54**	0.79**	0.68**	0.51**
MSR								1	-0.28**	-0.32**	-0.20*	-0.32**	-0.27**	0.14^{NS}	-0.49**	-0.44**	-0.04^{NS}
CH									1	0.88**	0.64**	0.69**	0.84**	-0.68**	0.64**	0.57**	0.54**
CE										1	0.67**	0.81**	0.89**	-0.68**	0.72**	0.66**	0.56**
DF											1	0.70**	0.72**	-0.49**	0.40**	0.42**	0.37**
NFL												1	0.89**	-0.54**	0.59**	0.60**	0.49**
MFH													1	-0.69**	0.65**	0.66**	0.62**
NDF														1	-0.48**	-0.41**	-0.44**
DC															1	0.90**	0.47**
PC																1	0.45**
NCOR																	1

pH30= Potencial de hidrogênio aos 30 dias de incubação; pH150= Potencial de hidrogênio no término de condução do experimento (aos 150 dias); ALT= Altura de planta; IC= Índice de clorofila (SPAD); NF= Número de folhas; DP= Diâmetro de planta; MSPA= Massa seca total da parte aérea; MSR= Massa seca de raiz; CH= Comprimento da haste; CE= Comprimento da espiga; DF= Diâmetro da flor; NFL= Número de flor espiga^{-1}; MFH= Massa fresca de haste floral; ND= Número de dias para o florescimento; DC= Diâmetro do cormo; PC= Peso do cormo; NCOR= Número de cormilhos. ** e * Significativo a 1 e 5%, respectivamente. ^{NS}= Não significativo.

A altura de planta correlacionou-se com diâmetro de planta, massa seca total da parte aérea, comprimento da haste e espiga floral, e diâmetro de cormo mostrando que o fornecimento da adubação com cinza vegetal e umidades do solo em níveis adequados, favoreceram a expansão celular, promovendo o crescimento do diâmetro do cormo e da planta e assim, favorecendo o crescimento vegetativo pronunciado no comprimento da haste e espiga e massa seca total da parte aérea.

De acordo com Appezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2012), a expansão do diâmetro da planta é importante, pois favorece o desenvolvimento do sistema vascular formado pelo xilema e floema, cuja as funções são o transporte de água e solutos, materiais orgânicos e inorgânicos por toda a planta. Assim à medida que o cinza vegetal e a água promoveram o aumento no diâmetro da planta, favoreceu o desenvolvimento da haste e espiga floral e massa seca da planta.

A massa seca total da parte aérea, correlacionou-se com o comprimento da haste, comprimento da espiga e diâmetro do cormo, com correlação de r=0,76**, 0,79** e 0,79**, respectivamente, para essas variáveis (Tabela 6). No caso do gladíolo, a medida que mais folhas são emitidas na planta, a área fotossintetizante aumenta e assim aumenta a fotossíntese líquida e a disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento das folhas, aumentando o seu tamanho na porção intermediária da planta juntamente com a haste. À medida que aumenta o número de folhas, a haste e espiga floral que diferenciava quando a planta apresentava de três a quatro folhas visíveis (Shillo e Havely, 1976) também cresce no interior do cartucho da planta, e o crescimento da haste e da espiga representa o dreno principal na planta. Dessa forma, fica evidente a correlação positiva entre esses parâmetros, demonstrando que a planta com maior crescimento, provavelmente apresentará melhor qualidade de haste e espiga floral, desde que não ocorra competição entre elas em condições restritas de nutrientes no solo. Com relação ao diâmetro do cormo, estudos sobre o movimento de assimilados durante a fase de bulbificação demonstraram que em plantas transferem a maior parte da matéria seca das folhas verdes para o cormo (Currah e Proctor, 1990), justificando estas correlações.

O comprimento da espiga obteve correlações de r=0,81**, 0,89** e 0,72**, respectivamente, com número de flores espiga^{-1}, massa fresca da haste e diâmetro do cormo. Enquanto que, o comprimento da haste, correlacionou-se com

comprimento de espiga e também massa fresca da haste, com correlação de 0,88** e 0,84**, respectivamente. O comprimento da espiga floral é uma variável importante para avaliar o potencial de produção do número de flores, tendo em vista que quanto maior seu comprimento, maior será o número de botões florais produzido na haste. Além disso, com maior comprimento e número de flores, a espiga floral será determinante na massa fresca total, tornando o produto final comercialmente mais rentável, tendo visto que sua comercialização também pode ser realizado pelo peso da massa fresca.

O diâmetro de flor, correlacionou-se positivamente com o número de flor e massa fresca da haste, com correlação de r= 0,70** e 0,72**, respectivamente. E o número de flor com r=0,89** de correlação com a massa seca de haste.

O diâmetro de cormo obteve correlação positiva (r=0.9**) com o peso do cormo, sugerindo que quanto maior seu diâmetro, maior será seu peso, e assim obtendo diferentes classificações de classes por perímetro. Essa correlação positiva entre o diâmetro e o peso dos cormos já foram relatados por alguns autores, demonstrando a relação do diâmetro do cormo plantado com o peso dos cormos produzidos no término do ciclo da cultura. Raja e Palanisamy (1999) observaram a produção de cormos mais pesados em resposta a plantação de cormos de diâmetro maior.

5. CONCLUSÕES

Os melhores resultados para número de folhas, índice de clorofila, comprimento de haste e espiga floral e diâmetro e massa de cormos, foram encontradas em combinações de doses de cinza vegetal com a umidade do solo.

O número de dias para o florescimento, diâmetro e número de flores são influenciadas isoladamente pelas doses de cinza vegetal e umidade do solo.

As doses de cinza vegetal aumenta o pH e a capacidade de retenção de água no solo.

A cinza vegetal melhorou as características da flor do Gladíolo White Friendship, aumentando o diâmetro e número de flores, comprimento de espiga e haste floral, além de minimizar o número de dias para o florescimento, na faixa de cinza vegetal de 8 à 19 g dm^{-3}. Além de proporcionar aumento no diâmetro e massa dos cormos na faixa de cinza vegetal de 14 à 17 g dm^{-3}.

As doses de cinza vegetal apresentou redução no desenvolvimento vegetativo do Gladíolo White Friendship antes do espigamento, demonstrando a necessidade diminuição do intervalo experimental.

A produção de cormos do Gladíolo White Friendship obteve melhores resultados nas umidades volumétricas com cerca de 28%, enquanto para produção de flores para fins comerciais, na faixa de 31 à 34%.

A utilização da cinza vegetal em substratos para o cultivo de plantas ornamentais em casa de vegetação se mostrou um meio viável de destinação desse tipo de resíduo na agricultura, tendo em vista o seu potencial de correção e fertilização do solo. O aproveitamento dos nutrientes contidos na cinza vegetal, reduz a exploração de recursos naturais para a fabricação de fertilizantes, e ao mesmo tempo aumenta o retorno econômico na produção de flores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JUNIOR, A.S.; SILVA, C.R.; DANIEL, R. Calibração de um sensor capacitivo de umidade em Latossolo Amarelo na microrregião do Litoral Piauiense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.2, n.4, p.303-307, 2007.

APPEZZATO-da-GLÓRIA, B e CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 3.ed.rev. e ampl, Viçosa: Ed. UFV, 2012. 404p.

BARBOSA, J. G. **Palma de Santa Rita (gladíolo): produção comercial de flores e bulbos**. Viçosa, MG: Imprensa universitária, 2011. p.113.

BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C. **O cultivo de gladíolo**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1994, 113p.

BASTUG, R.; KARAGUZEL, O.; AYDINSAKIR, K.; BUYUKTAS, D. The effects of drip irrigation on flowering and flower quality of glasshouse gladiolus plant. **Agricultural Water Management**, v. 81, p.132-144, 2006.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2009. 625p.

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

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.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L. C.; POLIZEL, A.C. Desenvolvimento e produção de Crotalária juncea adubada com cinza vegetal.

Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12, p.1-10, 2011a.

BONFIM-SILVA, E. M; SILVA, T. J. A.; SANTOS, C. C.; CABRAL, C. E. A.; SANTOS, I. B. Características produtivas e eficiência no uso de água em rúcula adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.7, n.13, 2011b.

BORGES, E. G. **Rendimento, qualidade e precocidade de gladíolo irrigado no recôncavo baiano**. 2005. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas- BA, 2005.

BOVI, M.L.A; CANTARELLA, H. **Recomendações de adubação para algumas culturas do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.240-242. (Boletim Técnico, 100).

BOYLE RL; UCHÔA SCP; SANTOS CSV; ALVES JMA; ALBUQUERQUE JAA; MARTINS SA. 2009. Introdução e avaliação de gladíolos em ambiente de cerrado no Estado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line 3**: 36-41.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de flores e mel / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. ISBN 978-85-99851-21-0. Brasília : IICA : **MAPA/SPA**, 2007. 140 p.

BRATTI EF; ROSA YBCJ; SILVA EF; ROSA JÚNIOR EJ; ZÁRATE NAH; BÍSCARO GA; ROSA DBCJ. 2012. Cultivo de gladíolos em função das doses de calcário e potássio. **Horticultura Brasileira**, 30: 397-402. 2012.

BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio:magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.409-415, 1995.

CARVALHO, J.A.; HENRIQUES, E.B.; PAIVA, P.D.O.; PEREIRA, G.M.; PEREIRA, J.R.D. Crescimento e produção de hastes florais de gladíolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.95-100, 2001.

CASTRO, A.F.; MENEGHELLI, N.A. As relações K+/(Ca+++Mg++) 1/2 e K+/(Ca+++Mg++) no solo e as respostas a adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.751-760, 1989.

CARVALHO, J.A.; HENRIQUES, E.B.; PAIVA, P.D.O.; PEREIRA, G.M.; PEREIRA, J.R.D. Crescimento e produção de hastes florais de gladíolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.95-100, 2001.

CASAROLI, D., VAN LIER, Q. J. V. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 59-66 p., 2008.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n.1, p. 557-562, 1997.

CHIRENJE, T.; MA, L. Q. Impact of high-volume wood-fired boiler ash amendment on soil properties and nutrients. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, n.1-2, p. 1-17, 2002.

COELHO, P.; COSTA, M. **Combustão**. Edições Orion, Amadora, 2007. 714p.

COSTA, A. R. Texto academico: **As Relações Hídricas das Plantas Vasculares. Portugal**. Editora da Universidade de Évora, 2001. 75 p.

COSTA, K. A. P.; ARAÚJO, J. L.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; FIGUEIREDO, S. C.; GOMES, K. W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés em função de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1162-1166, jul, 2008.

CURRAH, L.; PROCTOR, F.J. Onions in tropical regions. United Kingdom: Natural Resoucers Institute Bulletin n.35, 1990. 232 p.

DAFICO, D. A. Métodos de produção de cinza de casca de arroz para utilização em concretos de alto desempenho. 2003. Disponível em <http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Dario_Resumo.pdf > Acesso em 10/09/2014.

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. et al. Characteristics of Wood ash and infl uence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.77, p.287-295, 2001.

DREW, M. C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia**. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 48, p. 223-250, 1997.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: EDUSP, 1975.

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

FELTON, G.K.; ALI, M. Hydraulic parameter response to incorporated organic matter in the B-horizon. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. 35:1153-1160, 1992.

FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane

bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 228-236, 2012.

FERNANDES, P.D.; HAAG, H.P.; SIMÃO, S.; MATTOS, J.R. Nutrição mineral de plantas ornamentais. VI. Efeitos de parcelamento de adubação nitrogenada e potássica na cultura de Gladiolus grandiflorus, cv. "Friendship). **Anais...** Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz vol.31, Piracicaba 1974

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: UPF, 2004.

FREITAS, E.S. **Caracterização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar no município de Campos dos Goytacazes para uso na construção civil**. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goyatacezes, 2005.

GANCEBO, M. **Efeito do nitrogênio, calcário e gesso agrícola em alguns atributos de um latossolo e no desenvolvimento de gladíolo**. 2006. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Mato grosso do Sul. Dourados-MS, 2006.

GARDNER, C. M. K.; BELL, J. P.; COOPER, J. D.; DEAN, T. J.; HODNETT, M. G.; GARDNER, N. (1991). **Soil water content, in: Soil analysis: Physical methods**. Org. por Smith, R. A.; Mullings, C.E. New York: Marcel Dekker, cap.1, pp. 1 - 73.

GEMTCHÚNICOV, I. D. de. **Manual de taxonomia vegetal: plantas de interesse econômico agrícola, ornamentais e medicinais**. São Paulo: Ceres, 1976. 368p.

GRESSLER, S. C. Produção de bulbos ornamentais. (**Monografia de Graduação**). Dourados: DCA, 1992, 55p.

GUERRINI, I.A.; VILLAS BOAS, R.L. BULL, L.T. Influência do resíduo celulósico e cinza provenientes de fábrica de celulose e papel sobre algumas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em condições de vaso**. Revista Científica**. São Paulo, v. 22, n. 1, 1994.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; MATTOS, J.R. Nutrição Mineral de Plantas Ornamentais. I. Absorção de Nutrientes pela Cultura de Gladíolos. **Anais** da E. S. A. «Luiz de Queiroz», XXVII: 125-41. 1970.

HAGIN, J.; TUCKER, B. Fertilization of dryland and irrigated soils. **Advanced Series in Agricultural Sciences**, Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.12, p.188-198.

HALEVY, A. H. Irrigation experiments with gladiolus. **Advances in Horticultural Science and their Applications**. v. 2, p. 484-492. 1962.

HARALDSEN, T.K.; PEDERSEN, P.A.; GRONLUND, A. Mixtures of bottom wood ash and meat and bone meal as NPK fertilizer. In: INSAM, H.; KNAPP, B.A. (Ed). Recycling of biomass ashes. New York: **Springer**, 2011. chap. 3, p. 33-44.

HARTLEY, C.W.S. **The oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)** 2.ed. London: Longman, 1977. 806p. (Tropical Agriculture Series).

JENKINS, B. M., BAXTER, L.L., MILES JR, T.R., MILES, T. R., Combustion properties of biomass. **Fuel Processing Technology**. v 54, 17-46, 1998.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 2ed. São Paulo: Editora Nacional, USP, 1975. 777p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KHANNA, P.K.; RAISON, R.J.; FALKINER, R.A. Chemical properies of ash derived from Eucalyptus litter and its effects on forest soils. **Forest Ecology and Management**. 66, 1994. 107-125p.

KEY, J.L.; KURTZ, L.T. Response of corn and soybeans to magnesium fertilizers. **Agronomy Journal**, v.52, p.300, 1960.

KNAPP, B.A.; INSAM, H. Recycling of biomass ashes: current technologies and future reseaech needs. In: INSAM, H.; KNAPP, B.A. (Ed). Recycling of biomass ashes. New York: **Springer**, 2011. chap. 1, p. 1-16.

KRAUSS A. Potassium effects on yield quality. **In**: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI, 2005. Cap. 11, p.239-256.

LENHARD, N. R. **Crescimento inicial de Caesalpinia ferrae ex. Tul. Var. Leiostachya Benth Caesalpinaseae (Pau-Ferro) sob diferentes regimes hídricos e sombreamento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, M. H. Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2ed. **Nova Odessa: Plantarum**, 1999. 1088p.

MACHADO, J.L.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; SCAPIM, C. A. Inter-relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um latossolo sob diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol.32 nº.2 Viçosa. 2008

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**, Colombo, v. 28, n. 56, p. 43-52, 2008.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. p. 292.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilizantes do solo**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

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

MASCARENHAS HAA; TANAKA RT; CARMELLO QAC; GALLO PB; AMBROSANO GMB. 2000. Calcário e potássio para a cultura da soja. **Scientia. Agricola** 57: 445-449. 2000.

MELIDA, J. L. **Producción de claveles y gladiolos**. Madrid: Ed. Mundi- Prensa, 114p. 1989.

MELLO, P.C.. **Classificação e Análises de Adubos**. Campinas, Instituto Agronômico, 25-27 p. 1930.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J.F.;FERNANDES,P.D; BRITO, M.E.B; SUASSUNA, A.F.; AGUIAR NETTO, A.O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancieira em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. London: Kluwer Academic, 2001. 849p.

MORO, L.; GONÇALVES, J.L.M. Efeitos da cinza de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.48/49, p.18-27, 1995.

NORSTROM, S.H.; BYLUND, D.; VESTIN, J.L.K.; LUNDSTROM, U.S. Initial effects of wood ash application to soil and soil solution chemistry in a small, boreal catchment. **Geoderma**, Amsterdam, v. 187, p. 85-93, 2012.

NOVOA, R. y VILLAGRAN, A. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en La determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. **Agric. Tec.** 62 (1). 2002.

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

OLNESS, A.; ARCHER, D. Effect of organic carbon on available water in soil. **Soil Science**.170:90-101, 2005.

OLIVEIRA R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L.B. Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê. **Comunicado Técnico**, Embrapa Amazônia Oriental, n. 155, 2006, 4p.

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

PAIVA, L.C. **Periodicidade de crescimento do cafeeiro (*coffe arábica* L.) em diferentes tensões de irrigação e duas densidades de plantio. 2006**. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PAIVA, P.D.; SIMÕES, F.C.; VIEIRA, F.A.; FUINI, M.G.; PAIVA, R. **Cultura do gladíolo.** (Boletim Técnico – Série Extensão). Lavras – MG: UFLA, 1999. 27p.

PALTINEANU, I.C; STARR, J.L. Real-time soil water dynamics using multisensor capacitance probes: laboratory calibration. **Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.1576-1585, 1997.

PEREIRA, G. M. Crescimento e produção do gladíolo (Gladiolus x Grandiflorum) cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. In. CONGRESSO DE PÓS GRADUAÇÃO DA UFLA, 10., 2001, Lavras. **Anais**... Lavras: Associação de Pós Graduandos da UFLA, 2001. 1 CD-ROM.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J.A.; PAIVA, P.D.O.; SILVA, D. J.; SOUZA, A. M.G.; SOUZA, K.J. Crescimento e produção de hastes florais de gladíolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 965-970, 2009.

PONTES, A. S. C.; ROCHA, R. C.; SANTOS, J. C. Produção e qualidade de flores de gladíolos em função da adubação orgânica, mineral e organo-mineral. **Horticultura Brasileira**, Fortaleza, v.23, n.2, ago.2005. Suplemento 2. CD-ROM.

PORTO, R. A.; KOETZ, M.; BONFIM-SILVA, E.M.; POLIZEL, A.C.; SILVA, T.J.A. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. **Agricultural Water Management**, Volume 131, 1 January 2014, Pages 50–56.

PRADO, R. M., CORRÊA, M. C. M., NATALE, W., Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. **Acta Scientarum**, Maringá, v. 24, n.5, p. 1493 –1500, 2002.

PRADO, R. M.; VALE, D. W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura spad em porta-enxerto de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 38, n. 4, p. 227-232, 2008.

RAJA, K. and V. Palanisamy. Effect of bulb size on growth, flowering and bulb yield in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. “Single”. **South Indian Hort**. 47: 322-324. 1999.

RENA, A.B.; GUIMARÃES, P.T.G. **Sistema Radicular do Cafeeiro:** Estrutura, Distribuição, Atividade e Fatores que o influenciam. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. 2000, 80 p.

ROSA JUNIOR, E. J.; CREMON, C.; MARTINS, R. M. G.; RODRIGUES, E. T. Gesso e calcário como condicionadores de atributos de um Latossolo sob cultivo de soja-milho. **Revista Cerrados**, UFMS, Campo Grande-MS, v.2/4, n.3/8, p.45-50, 2001.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

RUFTY JR., T.W.; ISRAEL, D.W.; VOLK, R.J.; QIU, J.; AS, T. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. **J. Exper. Bot**. 1993.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladíolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 29, n. 1, p.145-150, 2005.

SANTOS, F.S.S. dos. **Efeitos de diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão formosa**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SANTOS, J.A.G., MOREAU, A.M.S.S., REZENDE, J.O; COELHO, I.A. Efeito da Aplicação de Cinza, Oriunda de Biomassa Vegetal, na Atividade Microbiana de um Solo Podzólico Amarelo Cultivado com Eucalipto. **In**: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. Resumos Expandidos, 2: 457-459,1995.

SAS Institute. SAS: user's guide: statistics. 9th Ed. Cary, 2002, 943p.

SASSO, G. **Riv. artoflor of uttic**. Ital. v. 46, p. 245-254. 1962.

SECRETARIA, M.I.; MARAVILLA, J.N. Response of hybrid coconut palms to application of manures and fertilizers from field-planting to full-bearing stage. **Plantations, Recherche, Développement**, v.4, p.126-138, 1997.

SENTEK. **Diviner 2000: user guide version 1.4**. Stepney: Sentek Pty Ltd, 2007.

SEVERINO, C. A. M. **Cultivo comercial de Palma de Santa Rita Gladiolus sp. Tourm.** Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, maio de 2007, dossiê técnico. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br>.

SHILLO, R.; HALEVY, H. A. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus. III. Temperature and moisture. **Scientia Horticulturae**, v.4, p. 147-155. 1976.

SIDHU, G. S.; ARORA, J. S. Response of gladiolus varieties to nitrogen application. **Indian Journal of Horticulture**. v. 46, n. 2, p. 250-54, 1989.

SILVA, C.R.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; ALVES JÚNIOR, J.; SOUZA, A. B.; MELO, F.B; COELHO FILHO, M.A. Calibration of a capacitance probe in a Paleudult. **Scientia Agricola.** (Piracicaba, Braz.) v.64 n.6, 2007.

SINGH, C.B.; OSWAL, M.C.; GREWAL, K.S. Impact of fly ash application on consumptive and water use efficiency in wheat (Triticum aestivum) under different soils. **Indian Journal of Agriculture Science**, v. 72, n. 396-399, 2002.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. **In**: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F.R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L.C.; COSTA, A. Uso da cinza da combustão de biomassa florestal como corretivo de acidez e fertilidade de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.12, n.3, p. 304-313, 2013.

SILVA, F.R. Cinza de biomassa florestal: efeitos nos atributos de solos ácidos e na cultura do eucalipto. **Dissertação** (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC. Lages, 2008. 67 p

SOARES, E.; LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; MELLO, F.A.F.; BOARETTO, A.E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, v.58, p.315-330, 1983.

SOUZA, R. A. B. M. C.; MONÇÃO, O. P.; SOUZA, H. B.; OLIVEIRA, J. S.; REIS, T. C. Efeito da cinza de caldeira sobre as características químicas de um solo do Cerrado baiano e produtividade da alface. **Revista Cultivando o Saber**. Cascavel, v. 6, n. 4, p. 60 -73, 2013.

SOUZA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA; C. H. C.; SANTOS, F. S. S. Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 271-278, 2010.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E.E. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6 (1), 2002, pp.63 - 68.

STROMBERGER, J.A. et al. Interactions of potassiumwith nitrogen and their influence on growth and yield potential in maize. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, n.1, p.19-37, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.

TOMBOLATO, A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2004. 211p.

ULRICH, A.; OHKI, K.. P**otassium em diagnostic criteria for Plants and Soils**. (ed.) H. D. Chapmann, Univ. California, Div. Agric. Sci. pp. 362-393. 1966.

VIÉGAS, R.A. et al. Redução assimilatória de NO_3^- em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v.8, n.2-3, p.189-195, 2004.

WOLTZ, S. S. Effect of differential supplies of nitrogen, potassium and calcium on quality and yield of gladiolus flowers and corms. **American Society Horticulturae Sciece.** v.6, p.427-435, 1955.

ZUBAIR M; AYUB G; WAZIR FK; KHAN M; MAHMOOD Z. 2006. Effect of potassium on preflowering growth of gladiolus cultivars. **Journal of Agricultural and Biological Science** 1: 36-46. 2006.