

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PRODUÇÃO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA, VIA FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO**

**EVAIR DA SILVA FERREIRA
JOÃO MANOEL TEIXEIRA DA SILVA**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018**

PRODUÇÃO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, VIA FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

EVAIR DA SILVA FERREIRA
JOÃO MANOEL TEIXEIRA DA SILVA

Orientador: PROF. Dr. GUILHERME AUGUSTO BISCARO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586p Silva, Joao Manoel Teixeira Da

Produção de cebola em função da adubação fosfatada, via fertirrigação por gotejamento / Joao Manoel Teixeira Da Silva, Evair Da Silva Ferreira --
Dourados: UFGD, 2018.

30f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Guilherme Augusto Biscaro

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Allium cepa L.. 2. Bulbos. 3. Irrigação. 4. Hidrofarm. 5. Classe. I Evair
Da Silva Ferreira II. Título.

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

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

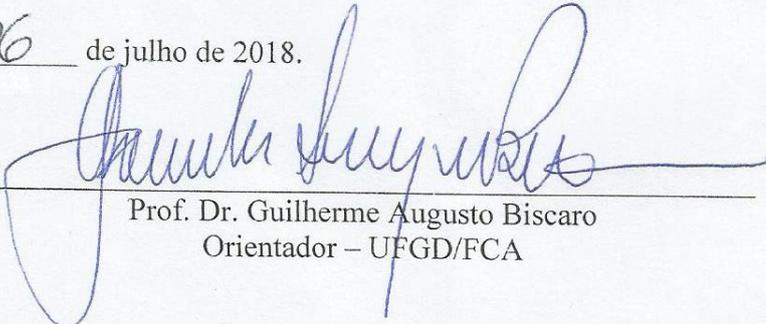
**PRODUÇÃO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, VIA
FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO**

Por

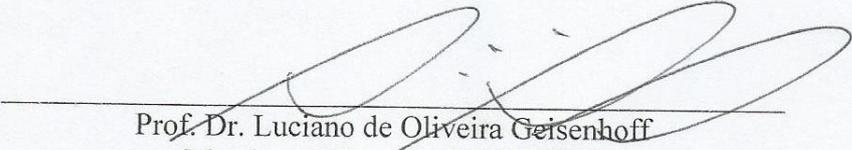
Evair da Silva Ferreira
João Manoel Teixeira Da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

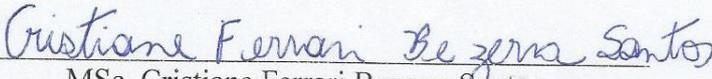
Aprovado em: 06 de julho de 2018.



Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Luciano de Oliveira Geisenhoff
Membro da Banca – UFGD/FCA



MSc. Cristiane Ferrari Bezerra Santos
Membro da Banca – UFGD/FCA

*Dedicamos este trabalho a todas
as pessoas que de certa forma
contribuíram para nossa
formação ao longo desses difíceis
anos.*

AGRADECIMENTOS

Eu, Evair Da Silva Ferreira, agradeço:

À pessoa maravilhosa e motivadora que sempre me apoiou, minha querida mãe Marlene Da Silva Ferreira, por garantir minha educação e pôr em primeiro lugar me formar um cidadão.

Aos meus irmãos André Luiz da Silva Ferreira e Rodrigo da Silva Ferreira pelo apoio, amizade e confiança.

Ao meu querido pai Mauro Camilo Ferreira (*in memorian*).

Eu, João Manoel Teixeira da Silva, agradeço:

Aos meus pais José Luiz da Silva e Ivone Teixeira da Silva, por sempre estarem ao meu lado, nos melhores e piores momentos mesmo estando longe, aos seus ensinamentos e educação a mim passado, e contribuir na minha formação profissional e como cidadão.

Agradeço aos meus irmãos, Gustavo e Lucas Teixeira da Silva pela paciência, companheirismo e por sempre estarem ao meu lado nos piores momentos durante esses longos anos.

Agradecemos:

Aos nossos queridos incentivadores e amigos de pesquisa pelos ensinamentos e pela dedicação conosco Msc. Cristiane Ferrari Bezerra Santos, Msc. Thamiris Barbizan, Eng. Agr. Douglas Coimbra.

À Deus pela sabedoria e nos manter firme, durante os períodos de dificuldade e também aos dias de alegria.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pela oportunidade de ingressar em um curso superior, e contribuir para a minha formação acadêmica e profissional.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro, pelos ensinamentos, incentivo e amizade.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro, Prof. Dr. Anamari Viegas de Araújo Motomiya, Prof. Dr. Luciano de Oliveira Geisenhoff, MSc. Cristiane Ferrari Bezerra Santos pelas correções e sugestões de aperfeiçoamento deste trabalho.

SUMÁRIO

Sumário

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura da cebola.....	3
2.2. Importância do fósforo (P)	4
2.3. Exigências hídricas	5
2.4. Manejo da irrigação utilizando o ‘Hidrofarm’	6
2.5. Sistema de irrigação por gotejamento	7
2.6. Fertirrigação.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS (Opcional)

	Página
FIGURA 1. Vista parcial do experimento. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2016.....	10
FIGURA 2. Média mensal para as variáveis de temperatura, umidade e precipitação durante a realização do experimento. Dourados-MS, 2016.....	11
FIGURA 3. Produção e Condução de mudas de Cebola em casa de vegetação. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	12
FIGURA 4. Esquema de uma parcela experimental com três fileiras de plantas espaçadas de 0,33 m x 0,10 m. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	13
FIGURA 5. Sistema de irrigação localizada por gotejamento superficial. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	13
FIGURA 6. Unidade do Hidrofarm sensor instalada no campo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	14
FIGURA 7. Maturação e Ponto de Colheita do bulbo. Tombamento de plantas (Estalo) da parte aérea sobre o solo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	16
FIGURA 8. Período de cura de 3 dias no campo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	16
FIGURA 9. Média de altura de planta da produção total de cebola em (cm), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.....	18
FIGURA 10. Produtividade total de bulbos de cebola em ($t\ ha^{-1}$), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.....	20
FIGURA 11. Produtividade de bulbos comerciais de cebola em ($t.ha^{-1}$), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.....	20
FIGURA 12. Média da massa fresca de bulbos comerciais em ($kg\ ha^{-1}$), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.....	22

- FIGURA 13. Média da massa seca de bulbos comerciais em (kg ha^{-1}), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.....22
- FIGURA 14. Porcentual da produção de bulbos de cebola classificada como classe 2 e 3 em função da fertirrigação fosfatada. Dourados – MS, UFGD, 2016.....23
- FIGURA 15. Porcentagem para classificação de bulbos de cebola da cultivar Soberana, em classes (%), segundo o diâmetro transversal, em função da adubação fosfatada. Dourados–MS, UFGD, 2016.....24

LISTA DE TABELAS (Opcional)

	Página
TABELA 1. Análise química do solo da área experimental. Dourados-MS, 2016.....	10
TABELA 2. Resumo das análises de variância da altura de plantas (AP), produtividade total de bulbos (PTB), produtividade comercial de bulbos (PCB), massa fresca de bulbos comerciais (MFBC), massa seca de bulbos comerciais (MSBC) de <i>Allium cepa</i> L. Dourados-MS, UFGD, 2016.....	18

FERREIRA, E. S.; SILVA, J. M. T. **Produção de cebola em função da adubação fosfatada, via fertirrigação por gotejamento.** 2018. 41p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L) apresenta baixo acúmulo de fósforo, porém elevada resposta a aplicação de adubos fosfatados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção da cebola, em função da adubação fosfatada, via fertirrigação por gotejamento. Foram aplicados quatro tratamentos em doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ P₂O₅) aplicados via fertirrigação, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, essa aplicação foi parcelada em quatro aplicações, sendo aos 0, 30, 45, 60 dias após o transplântio das mudas (DAT). Foi usada a cultivar *cv. Soberana*, o transplântio das mudas ocorreu em 15/06/2016 e a colheita em 10/10/2016. Foram avaliados os parâmetros de altura de planta (AP), produtividade total de bulbos (PTB), produtividade comercial de bulbos (PCB), massa fresca de bulbos comerciais (MFBC), massa seca de bulbos comerciais (MSBC), além da sua classificação de bulbos, levando-se em consideração o diâmetro transversal dos bulbos. Os dados foram submetidos à análise de variância, com a realização do teste F (5% de probabilidade), seguindo quando significativo para o teste de comparação de médias (Teste de Tukey) e regressão. Como resultado observou-se que a dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentou uma maior produtividade de bulbos comerciais, bem como a diminuição na porcentagem de refugos (classe 1), e da classe 2 que tem baixa aceitação do mercado consumidor e baixo valor econômico.

Palavras-chaves: *Allium cepa* L; Bulbos; Irrigação; Hidrofarm; Classe.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L) além de ser considerada uma importante fonte de renda, é a terceira hortaliça mais importante perdendo apenas para batata e tomate, podendo ser consumida in natura (em saladas) ou como condimento (RESENDE et al., 2002).

Segundo Vilela et al. (2002), a cultura de caráter tipicamente familiar (88%) é responsável pela sobrevivência de um grande número de pequenos produtores que têm a cebola como única fonte de renda. Estando mais de 49.622 mil produtores envolvidos na exploração econômica da cebola no Brasil (IBGE, 2006). Na safra de 2017 a produção nacional alcançou 1.656.916 toneladas colhidas abrangendo 58.328 ha, com produtividade de 28.842 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017).

No Brasil se destacam como os maiores produtores de cebola: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Pernambuco, estando a região sul responsável por 57,6% de área plantada sendo o estado de Santa Catarina responsável por 29,6% da produção, seguida pela Bahia (17,6%) e Rio Grande do Sul (10,2%) (IBGE, 2017).

Segundo dados da FAO (2016), China, Índia e os EUA são os principais produtores mundiais de cebola, representando 49,74 % da produção mundial. De acordo com Mela (2007), o Brasil é o maior produtor de cebola da América Latina, porém a produtividade média do país ainda é relativamente baixa (28,84 t ha⁻¹) quando comparada a outros países produtores como, Estados Unidos (56,39 t ha⁻¹), Espanha (54,14 t ha⁻¹), Austrália (56,2 t ha⁻¹), Holanda (44,29 t ha⁻¹) e Japão (48,17 t ha⁻¹) (FAO, 2016).

Resende et al. (2014) relata a importância do fósforo (P) na produtividade da cebola, deixando em evidência a pequena exportação de fósforo pela cultura e a resposta altamente positiva à adubação fosfatada. Em contrapartida o fósforo é reconhecidamente o nutriente-chave para a obtenção de produtividades elevadas e tem sido o macronutriente que mais frequentemente limita a produção em solos carentes por esse nutriente (RESENDE et al., 2016).

Embora o fósforo seja acumulado em pequena quantidade na planta de cebola, de 31,23 a 33,35 mg (VIDIGAL et al., 2010; PORTO et al., 2017), sua notória participação nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação e diferenciação celular e herança genética, denota que este é um nutriente com expressiva ação na produtividade e qualidade do bulbo. Desse modo, limitações na disponibilidade de fósforo, no início do ciclo vegetativo, podem resultar em restrições do desenvolvimento, das quais as plantas não se recuperam, posteriormente, mesmo aumentando-se o suprimento a níveis

adequados. O suprimento adequado de fósforo é essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al.,2001).

Com relação a irrigação no sistema de cultivo, os sistemas por aspersão são os mais utilizados para a irrigação da cultura da cebola no Brasil, destacando-se o convencional, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Em grandes áreas o sistema de pivô central é utilizado com sucesso Costa et al. (2002). No entanto, em virtude da preocupação em nível mundial ligadas ao gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos tem-se recomendado, para a grande maioria das culturas, o uso do método de irrigação localizada (sistemas de micro aspersão e gotejamento), por serem mais eficiente na aplicação de água e de fertilizantes (NOGUEIRA et al.,1998).

A aplicação de água e fertilizantes simultaneamente ao solo, por meio de sistemas de irrigação é denominado de fertigação ou fertirrigação (COSTA, 1994), existindo vários tipos de injetores a serem utilizados na fertirrigação dentre eles, podemos citar o Venturi e o Bernoulli. O objetivo de se aplicar o nutriente diluído em água diretamente no sistema de irrigação é proporcionar a planta uma melhor absorção do nutriente sendo independente o tipo de método utilizado para se irrigar.

No sistema de irrigação localizada por gotejamento utilizado para a fertirrigação, considera-se que os nutrientes trabalham planta a planta, assim a área molhada a ser considerada é somente próxima ao emissor.

No Brasil é pouco enfatizado o desenvolvimento de pesquisas utilizando o uso de fertirrigação na cultura da cebola, e principalmente pouco se tem visto em pesquisas trazendo o tema da fertirrigação com fósforo. Tendo em vista que o aumento da produção nacional se faz de suma importância tanto economicamente quanto socialmente, desta forma tem-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que forneçam suporte, e adequado ao manejo, com intuito do emprego correto desta tecnologia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da cultura da cebola, em função da adubação fosfatada, via fertirrigação por gotejamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa L*) é originária da Ásia Central, tendo sido cultivada na Índia e na China desde tempos remotos e levada para a Pérsia, onde se propagou por toda a África e Europa e introduzida no Brasil pelos colonizadores europeus com grande consumo em todo o mundo. A hortaliça possui um formato oval e uma casca de cor alaranjada com interior constituído por folhas escamiformes dispostas em camadas e sabor forte, fazendo da cebola, a hortaliça condimentar mais difundida no mundo. A cebola possui vitamina C, vitaminas do complexo B, e sais minerais (Fósforo, Ferro e Cálcio). Devido ao seu baixo teor proteico e de aminoácidos essenciais, a mesma não pode ser considerada uma boa fonte nutritiva. Porém em contrapartida, é rica em flavonoides, elemento com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (DANTAS, 2007).

No Brasil, a cebola se destaca ao lado da batata (*Solanum tuberosum. L*) e do tomate (*Solanum lycopersicum. L*) como as hortaliças economicamente importantes, tanto no volume produzido, como na geração de renda e emprego nas regiões produtoras, além da importância socioeconômica da cultura, como um alimento rico em nutrientes e apresenta de qualidades nutracêuticas, fazendo com que essa hortaliça seja uma das mais consumidas no mundo (BALLA et al., 2013).

O cultivo da cebola no Brasil tem importância socioeconômica, uma vez que cultivada por pequenos agricultores a necessidade de mão-de-obra é grande, gerando emprego e renda. Já na agricultura empresarial, a cebola tem importância significativa na geração de empregos de forma direta e indireta, sendo esta cultura, uma das mais importantes do ponto de vista econômico e a segunda hortaliça mais valiosa do mundo, atrás apenas do tomate (ABDELMAGEED, 2013).

A duração do ciclo da cultura depende da cultivar, do clima, e do sistema de plantio, variando de 100 a 210 dias, como no caso de cultivares tardias plantadas na região Sul em que o ciclo pode durar até 210 dias (MAROUELLI et al., 2005).

De acordo com Grangeiro et al. (2008), há uma variabilidade grande entre as cultivares de cebola plantada no Brasil, com relação ao rendimento, qualidade do bulbo e resposta ao fotoperíodo. Esta variabilidade permite, portanto, que o cultivo de cebola possa ser feito praticamente em qualquer região; no entanto, devido à diversidade de climas e solos, o comportamento delas pode ser diferente, em função da região de plantio.

A escolha da cultivar deve ser feita em função das condições de temperatura, luminosidade e fotoperíodo das regiões (LONGO, 2009), bem como do tipo de bulbo exigido pelo mercado e da época de plantio no primeiro ou segundo semestre. O uso de cultivares não adaptadas à região produtora pode resultar em safras frustrantes em termos de qualidade e produtividade de bulbos comerciais. Segundo Costa et al. (2007), a melhor cultivar deve ser aquela desenvolvida na própria região de cultivo, ajustada às demandas de fotoperíodo. O tipo de cebola preferido varia em função do mercado e da preferência do consumidor.

O cultivo da cebola é totalmente realizado com o uso da irrigação, com exceção da região Sul. Todavia, a área irrigada nesta região vem aumentando, em razão do incremento de produtividade e menor risco de perda da produção. Lavouras adequadamente irrigadas em Santa Catarina apresentam até 150% de aumento de rendimento; ademais, os bulbos são superiores em tamanho e formato, têm melhor aspecto visual e conservação pós-colheita (MAROUELLI et al., 2005).

A parte comerciável é um bulbo tunicado, grande, concêntrico, formado pelo entumescimento das bainhas das folhas sobrepondo-se umas às outras, constituindo um órgão de reserva onde são acumulados hidratos de carbono. O caule é um disco comprimido na parte inferior do bulbo, de onde saem as raízes fasciculadas, pouco ramificadas que exploram um volume de solo equivalente a 25 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade, sendo que nos 30 cm superiores do solo é que há maior concentração de raízes (MASCARENHAS, 1980).

2.2. Importância do fósforo (P)

O solo é composto pelas frações sólidas, gasosas e líquidas, sendo comum a utilização do termo solo apenas para sua parte sólida ou matriz. O termo água do solo é comumente utilizado para referir-se à solução do solo, em que as substâncias minerais e orgânicas se encontram dissolvidas na água, ou seja, a água é um dos seus componentes (COELHO et al., 2011).

A distribuição dos solutos no solo depende da sua mobilidade e das reações com a matriz do solo a que estão sujeitos. Essas propriedades dependem dos solutos no meio poroso, e portanto, do nutriente e da fonte de aplicação (COELHO; OR; SOUSA, 2011). O perfil de distribuição de sais e água no solo é dependente de umidade inicial no solo, tempo de reação, propriedades físicas e químicas do solo, temperatura do solo, teor de fósforo no fertilizante, assim como da natureza química do fertilizante (SOUSA et al., 2010).

Por ser um nutriente de pouca mobilidade no solo e considerando que o sistema radicular da cebola é do tipo fasciculado, com raízes bastante superficiais, raramente

ramificadas e sem pelos radiculares, exige-se quantidades P elevadas para compensar a baixa exploração do solo pelas raízes (LEE, 2010).

Resende et al. (2014) descrevem a importância do P na produtividade da cebola, enfatizando a pequena exigência da cultura na quantidade absorvida, mas com a resposta elevada à adubação fosfatada. Citam ainda que entre 30 e 40% da produtividade das culturas é limitada pela deficiência do fósforo. Neste contexto, o fósforo merece especial atenção por causa da sua grande adsorção à fase mineral do solo, predominantemente de baixa reversibilidade (SCHONINGER et al., 2013).

O fósforo desempenha papel fundamental na respiração, tanto no desdobramento inicial da glicose, como no armazenamento, transferência e utilização da energia gerada no processo, e ainda constitui parte essencial da estrutura dos ésteres de carboidratos, fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucleicos, além de proporcionar bom desenvolvimento do sistema radicular. Quando a planta de cebola apresenta deficiência de fósforo, suas folhas mais velhas mostram-se amareladas e secam facilmente, folhas intermediárias e as mais novas apresentam coloração verde-escura e bulbos apresentam tamanho reduzido (TRANI, 2014).

O fósforo participa da estrutura dos ésteres de carboidratos, fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucleicos. Atua nos processos de armazenamento e transferência de energia e fixação simbiótica de nitrogênio (N). A necessidade de fósforo para um ótimo crescimento da cebola é de cerca de 3 g kg^{-1} da matéria seca da parte vegetativa da planta. Quando a planta apresenta deficiência de fósforo, suas folhas mais velhas mostram-se amareladas e secam facilmente e as intermediárias e as mais novas apresentam coloração verde-escura. Os bulbos apresentam-se com tamanho reduzido (MENDES et al., 2008).

2.3. Exigências hídricas

A água é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das culturas cuja falta caracteriza uma das principais restrições ao crescimento e o desenvolvimento das espécies cultivadas (LOPES et al., 2011).

A necessidade total de água depende das condições climáticas e do ciclo da cultivar, variando de 350 a 650 mm onde a necessidade aumenta proporcionalmente ao crescimento das plantas, atingindo o máximo no estágio de bulbificação e diminuindo no de maturação (MAROUELLI et al., 2005).

A cultura da cebola é sensível à deficiência hídrica, necessitando de boa disponibilidade de água no solo e irrigações frequentes para o seu bom desenvolvimento. Pesquisas têm demonstrado que produtividade de bulbos é dependente da quantidade de água

aplicada. Desta forma, o manejo correto da irrigação se torna indispensável, uma vez que pode ser ajustado às condições momentâneas da cultura (VILAS BOAS et al., 2011).

O estágio vegetativo compreende o período entre o estabelecimento inicial das plantas e o início da bulbificação. Nesse estágio, as plantas são menos sensíveis à falta de água que nos estádios inicial e de bulbificação. Todavia, irrigações deficitárias podem acarretar reduções significativas de produtividade, mesmo que o suprimento de água no estágio seguinte seja adequado. Portanto, sob condições de disponibilidade limitada de água, deve-se optar por maximizar a produção por unidade de área em detrimento do aumento da área cultivada (MAROUELLI et al., 2005).

A fase de bulbificação, ou de formação de bulbos, se prolonga até o início da maturação, sendo o período onde se verifica o máximo nível de demanda de água pelas plantas. O estágio de bulbificação, juntamente com o período de pegamento de mudas, são os mais sensíveis ao déficit hídrico. A deficiência de água, particularmente durante o período de rápido crescimento do bulbo, reduz drasticamente o rendimento e o tamanho do mesmo. Já a manutenção do solo úmido, sem excessos, otimiza o crescimento das raízes em favor de um maior crescimento do bulbo (MAROUELLI et al., 2005).

No estágio de maturação, compreendido entre o início da maturação dos bulbos e a colheita, há uma sensível redução no uso de água pelas plantas (20% a 30% menor que no estágio de bulbificação), devendo as irrigações ser gradualmente reduzidas até sua completa paralisação. O primeiro sinal de amadurecimento é o tombamento do pseudocaule (estalo), seguindo-se o secamento da parte aérea da planta (MAROUELLI et al., 2005).

2.4. Manejo da irrigação utilizando o ‘Hidrofarm’

O conteúdo de água no solo é uma variável utilizada em estudos que envolvem agricultura, hidrologia, meteorologia, entre outros. Na agricultura, essa informação é necessária para muitas aplicações, inclusive para o planejamento da irrigação objetivando o aumento da produção agrícola (TEIXEIRA et al., 2005).

Diversos são os métodos par a determinação do teor de água e, dentre eles, os métodos eletrométricos vêm ganhando espaço em função de sua maior versatilidade (FREITAS et al., 2012). Para a avaliação e calibração do teor de água no solo por diferentes tipos de sensores, os mesmos, são comparados com o método padrão de estufa que possui elevada precisão (EMBRAPA, 1997).

Outro método é a Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) que, de modo geral, é mais comumente utilizado em pesquisas, em virtude de sua facilidade de obtenção, aquisição e armazenamento de dados para a estimativa do teor de água no solo e condutividade elétrica (BIZARI et al., 2011).

Existe também o instrumento chamado Hidrofarm realiza a medição da umidade volumétrica do solo utilizando princípios eletromagnéticos. São emitidas ondas eletromagnéticas e é analisada a resposta do solo a estas ondas. A tecnologia usada é exclusiva, denominada ISAF (Impedância do Solo em Alta Frequência). Se conhecem outros sensores eletrônicos para a umidade do solo, comparando, esta tecnologia é intermediária entre os sensores capacitivos e os sensores denominados TDR, possuindo a melhor relação custo-benefício. Apesar da tecnologia avançada, seu uso é simples. Todo o sistema de detecção está no sensor, que possui uma lâmina de medição de 20 cm de comprimento (FALKER, 2011).

Esta lâmina é cravada no solo para a realização da medição. O HidroFarm informa aos usuários o valor da umidade volumétrica do solo em %, ou seja, o volume de água contido em um determinado volume de amostra de solo. É a mesma umidade que se obtém na avaliação com amostras indeformadas, retiradas com anéis de volume conhecidos. A interpretação da umidade volumétrica de um solo no valor de 25%, teremos 3/4 do volume do anel preenchido com solo e 1/4 com água. O valor informado pelo medidor é referente a média da umidade volumétrica do solo presente a um raio de 15 cm de distância do sensor e ao longo dos seus 20 cm de comprimento. O equipamento permite medições em vários locais (FALKER, 2011).

A presença de sais promove o aumento da condutividade elétrica do solo, o que pode provocar interferência na determinação da umidade obtida por sensores baseados em metodologias eletromagnéticas (BARBOSA, 2011).

2.5 Sistema de irrigação por gotejamento

A irrigação é uma técnica milenar de forma artificial que tem como objetivo liberar água para as plantas a fim de que estas possam produzir de forma adequada. A técnica, ao longo dos séculos, vem sendo aperfeiçoada, chegando aos dias de hoje a sistemas pontuais, onde a água é gotejada na hora, local e dimensão correta ao desenvolvimento das plantas para suprir necessidades hídricas totais ou suplementares destas na falta de chuva (EMBRAPA, 2010).

Para Ribeiro et al. (2010) um dos sistemas mais apropriados e em notável expansão é o sistema de irrigação por gotejamento, o qual apresenta vantagens, como a economia de água e energia, possibilidade de automação e fertirrigação das áreas cultivadas, de suma importância para agricultura brasileira, por viabilizar a irrigação para diversas culturas, entre as quais destacam-se as frutíferas e olerícolas. Já o sistema de irrigação por microaspersão caracteriza-se pela aplicação de água diretamente sobre a região explorada pelo sistema radicular da cultura, com pequenas vazões e alta frequência, o que contribui para manter um conteúdo adequado de umidade do solo (BERNARDO et al., 2008).

Segundo Souza et al. (2005), entre os sistemas de irrigação, o gotejamento possui as melhores condições de proporcionar alto controle e alta uniformidade na aplicação de água e fertilizantes, sendo esta aplicação de fertilizante juntamente com a água denominada técnica de fertirrigação.

Para o uso do gotejamento, as linhas de irrigação e os gotejadores devem ser espaçados de modo que se forme uma faixa molhada contínua ao longo da linha de plantio. Como regra geral, pode-se adotar um espaçamento entre gotejadores de 10 a 20 cm para solos de textura grossa, de 20 a 30 cm para textura média e de 30 a 50 cm para textura fina. Para sistema de cultivo em canteiros com largura de 100 a 120 cm, podem ser necessárias de 2 a 3 linhas de gotejadores por canteiro (MAROUELLI et al., 2005).

2.6 Fertirrigação

Dentre as tecnologias empregadas, a fertirrigação aplica fertilizantes através da água de irrigação no sistema de gotejamento ou microaspersão, onde, se bem manejada, favorece uma boa aproximação do ritmo de absorção de água e de nutrientes pela planta (VILLAS BOAS et al., 2000).

É o melhor e mais eficiente método de adubação das culturas, pois combina água e os nutrientes, que juntamente com a luz solar são os fatores mais importantes para o desenvolvimento e a produção das culturas. Uma boa combinação desses dois fatores determina o rendimento e a qualidade das hortaliças (TRANI et al., 2011).

O manejo inadequado da irrigação incorre em prejuízos relativos a gastos excessivos com adubos, devido a lixiviação e escurrimto superficial ou subsuperficial “run off”, de nutrientes, trazendo como consequência a baixa disponibilidade destes à planta. Incide, ainda, em gasto com energia, devido ao desnecessário bombeamento de água, salinização do solo,

implicando em maiores gastos com o cultivo e menor retorno econômico, dentre outras complicações (VILAS BOAS, 2010).

Um dos principais fatores para a salinização de solos devido ao uso inadequado da fertirrigação é a combinação de fertilizantes utilizadas durante os ciclos de cultivo, pois a condutividade elétrica de cada fertilizante aplicado durante a fertirrigação deve ser observada para que não haja um excesso de sais na solução, aumentando assim a condutividade elétrica em demasia prejudicando o cultivo (SILVA, 2014).

Biscaro et al. (2004) afirmam que a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método, especialmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizada assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses e o aumento na eficiência da adubação. Os mesmos autores afirmam que, comparando a fertirrigação por gotejamento com a aplicação de fertilizantes pelo método convencional, com aplicação dos adubos a lanço, há um aumento na eficiência de aproveitamento de nutrientes no primeiro método, despendendo-se 20 a 50% menos fertilizantes que com o método convencional (SILVA, 2004).

O manejo dos fertilizantes aplicados via fertirrigação, juntamente com o conhecimento das demandas de nutrientes durante o ciclo das culturas, resulta na redução dos desperdícios (ALVES, 2006).

O uso da fertirrigação no cultivo de hortaliças tem trazido aumentos em produtividade e melhoria das características comerciais e de qualidade dos produtos. Entretanto, para que estes resultados sejam mantidos ao longo dos anos, é necessário que a fertirrigação seja praticada de forma tecnicamente segura, levando em consideração todos os fatores que influenciam a fisiologia e a nutrição das plantas, e a fertilidade do solo, a fim de se obter sucesso agrônomo, sem riscos ambientais, como a salinização e a contaminação dos recursos hídricos (EMBRABA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul (Figura 1).



FIGURA1. Vista parcial do experimento. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2016.

O clima, da região, segundo a classificação de Köppen (1948) é Cwa Mesotérmico Úmido, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20 °C a 24 °C e de 1250 a 1500 mm, respectivamente. Altitude média de 446 metros, com latitude de 22° 11'45" S e longitude 54° 55'18" W.

Os elementos meteorológicos foram coletados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do município de Dourados, MS. As temperaturas mínimas e máximas e, a umidade relativa do ar ocorridas durante o experimento (1 de junho a 10 de outubro de 2016), bem como a precipitação pluviométrica estão apresentados na figura 2.

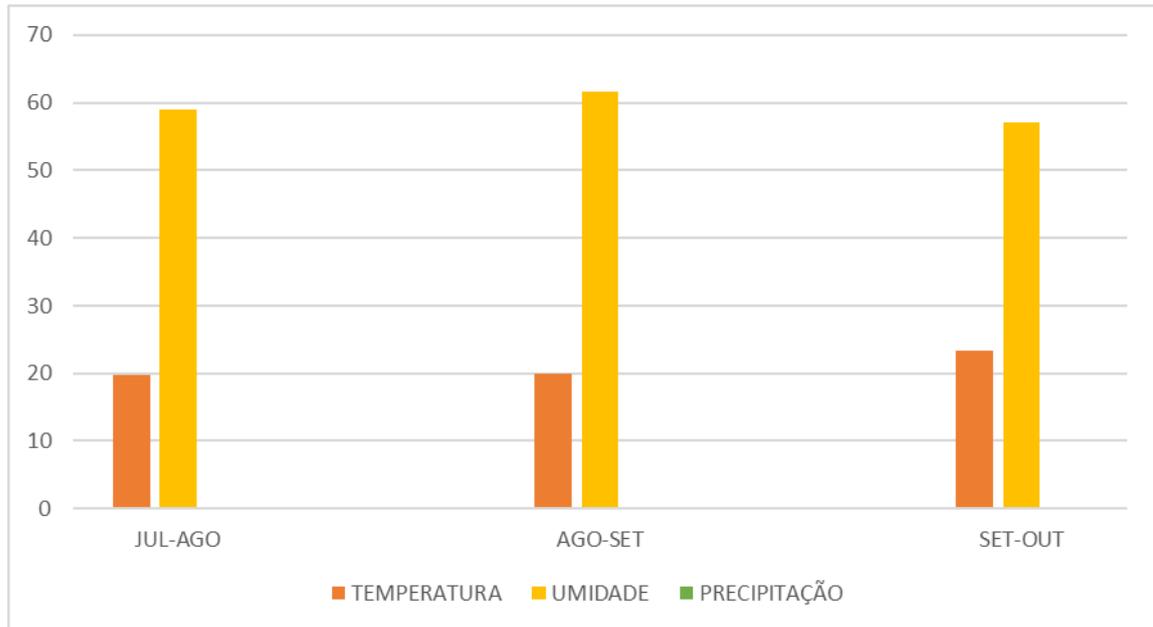


FIGURA 2. Média mensal para as variáveis de temperatura, umidade e precipitação durante a realização do experimento. Dourados-MS, 2016.

O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). Amostras de solo da área experimental foram coletadas para determinação de suas características químicas na profundidade de 0-20 cm, seguindo a metodologia da Embrapa (1997), fornecendo os seguintes valores, apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental. Dourados-MS, 2016.

Profundidade (cm)	pH		H+Al	Ca	Mg	K	Pmehlich mg/dm ³	MO g/kg	V %
	H ₂ O	CaCl ₂							
0-20	6	5,3	4,9	4,9	1,6	0,48	8,6	23,8	59

Baseando-se nos resultados dessa análise e segundo recomendações de Filgueira (2007), foram feitas as correções necessárias para o melhor desenvolvimento das plantas de cebola. Foi realizada calagem antes da semeadura para elevação da saturação de bases a 70% de acordo com a recomendação de Filgueira (2007), utilizando calcário dolomítico com PRNT 75%, 30 dias antes da semeadura.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos (0, 150, 300, 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅), uma cultivar híbrida de cebola e quatro repetições. As doses de P₂O₅ foram aplicadas via fertirrigação, por gotejamento, e parceladas em quatro aplicações, sendo aos 0, 30, 45 e 60 dias após o transplante das mudas de cebola, tendo como fonte, o MAP (Fosfato Monoamônico) (61% de P₂O₅ e 12% de N). As doses de fósforo utilizadas

foram variações em função da recomendação de Filgueira (2007) para a produção de cebola, sendo indicado de 200 – 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅

A aplicação de nitrogênio (60 kg ha⁻¹ de N) foi conforme recomendação de Filgueira (2007), sendo como fonte a Uréia (45% de N), e Bórax (10% B, 5% S) como de fonte de boro e enxofre, segundo Filgueira (2007) em 4 kg ha⁻¹ de B.

O preparo da área foi realizado 30 dias antes da semeadura com uma aração, e posterior, uma gradagem, seguindo da aplicação de calcário. A limpeza da área constituiu-se na capina manual de plantas daninhas sempre que necessário visando manter a área sempre limpa de plantas invasoras.

As mudas de cebola da cv. “Soberana” foram obtidas por semeadura em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, utilizando-se o substrato comercial Carolina® (Figura 3). As mudas foram conduzidas em casa de vegetação e o manejo da irrigação foi realizado diariamente, através de irrigação manual. Aos 35 dias após a semeadura, as mudas apresentavam 2 folhas definidas e o transplântio foi feito de forma manual em covas de 3 x 3 cm em canteiros.



FIGURA 3. Produção e Condução de mudas de Cebola em casa de vegetação. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

Os canteiros foram preparados com trator e encanteirador nas dimensões de 3,5 m de comprimento e 1,0 m de largura, contabilizando 3,5 m² (3,5 m x 1 m) para cada parcela. A unidade experimental foi formada por três linhas de cebolas, sendo a área útil composta pela linha central com 1,16 m² (3,5 m x 0,33 m), utilizando-se a cultivar ‘Soberana’, com espaçamentos de 0,33 m entre linhas e 0,10 m entre plantas na linha (Figura 4).

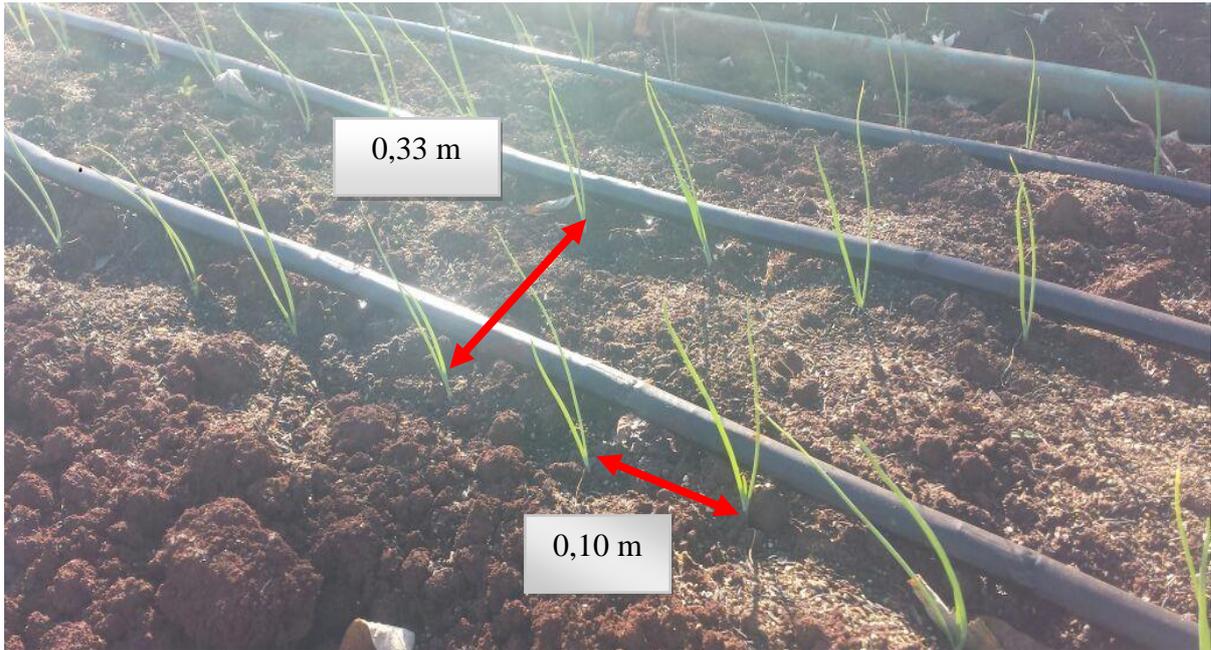


FIGURA 4. Esquema de uma parcela experimental com três fileiras de plantas espaçadas de 0,33 m x 0,10 m. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

O sistema de irrigação empregado foi por gotejamento, com mangueira gotejadora da marca Petrodrip®, modelo Manari, com espaçamento de 20 cm entre emissores, vazão de $1,5 \text{ L h}^{-1}$, com pressão de serviço de 10 mca (Figura 5), sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo. O sistema de irrigação foi instalado três dias antes da semeadura que realizou -se no dia 10 de maio de 2016.



FIGURA 5. Sistema de irrigação localizada por gotejamento superficial. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

O manejo da irrigação foi realizado com base no estado hídrico do solo, utilizando o aparelho eletrônico “Hidrofarm” (modelo HFM2010) (Figura 6), que permite a medição da umidade volumétrica do solo através de uma medida eletromagnética denominada de impedância do solo em alta frequência, que é proporcional a umidade. Assim, a leitura da umidade atual do solo em questão era feita em intervalos de um dia e a irrigação realizada no período matutino conforme a média indicada pelos sensores.



FIGURA 6. Unidade do Hidrofarm sensor instalada no campo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

A lâmina de irrigação foi calculada conforme a equação (1) e a lâmina bruta de irrigação foi calculada conforme a equação (2).

$$LL=(\theta_{cc}-\theta_a). Z \quad (1)$$

Onde:

LL= Lâmina líquida (mm);

θ_{cc} = Umidade do solo na capacidade de campo (0,3896 cm³; potencial mátrico de - 10 kpa)

θ_a = Umidade atual (cm³ cm⁻³) fornecida pelo Hidrofarm;

Z= Profundidade do sistema radicular (cm);

$$LB = LL/ EFSIG \quad (2)$$

Onde:

LB= Lâmina bruta (mm);

LL= Lâmina líquida (mm);

EFSIG= Eficiência do sistema de irrigação por gotejamento (90%).

Lâmina bruta média aplicada de aproximadamente 20,7 mm.

O controle fitossanitário foi realizado com monitoramento diário da cultura de cebola implantada na área experimental. Houve a ocorrência e o ataque severo nas plantas de cebola pela praga identificada como Lagarta - rosca (*Agrotis ipsilon*). Segundo Villas Boas (2004) as lagartas cortam as plantas recém - transplantadas na região do colo. Também podem alimentar- se dos bulbos no campo. O controle adotado foi o manejo integrado de pragas, com as seguintes medidas: controle cultural, com o revolvimento do solo e posterior implantação da cultura; catação manual e esmagamento de insetos – monitoramento diário; aplicação de óleo de neem – quinzenalmente; aplicação de calda sulfocálcica - aos 15 e 45 DAT – 1L ha⁻¹.

A colheita foi realizada manualmente aos 115 dias após o transplântio (DAT), quando mais de 60% das plantas se encontravam estaladas (VIDIGAL et al.,2010), isto é, com o pseudocaulo completamente prostrado sobre o solo (Figura 7). Após a colheita, as plantas foram mantidas ao sol durante três dias para o processo de cura (Figura 8), e, posteriormente, as plantas foram levadas até um galpão ventilado, onde permaneceram 12 dias para a cura à sombra.



FIGURA 7. Maturação e Ponto de Colheita do bulbo. Tombamento de plantas (Estalo) da parte aérea sobre o solo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.



FIGURA 8. Período de cura de 3 dias no campo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

A avaliação do crescimento vegetativo foi determinado realizando-se a medição de altura de planta (cm) após a colheita: foi realizada a medida, em 20 plantas da parcela útil, considerando-se a base da parte aérea da planta, ou seja, da superfície do solo até o ápice da fola de maior crescimento, com auxílio de uma régua. Resultado expresso em centímetros.

Decorrido o período completo de cura (15 dias) fez-se a toailete, que consistiu na retirada das raízes e folhas das plantas, procedendo-se, a seguir, à avaliação das seguintes características de produção:

Produtividade total de bulbos ($t\ ha^{-1}$): Obtida por meio da massa total de bulbos colhidos (comerciais não comerciais) na área útil da parcela, obtido de 20 plantas.

Produtividade de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): obtida pelo peso total de bulbos com diâmetro $> 35\ mm$ e perfeitos.

Classificação comercial de bulbos: Classificou-se em função do diâmetro transversal, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em: classe 1: bulbos com diâmetro $< 35\ mm$ (refugos); classe 2: bulbos com diâmetro 35-50mm; classe 3: bulbos com diâmetro 50-75mm; classe 4: bulbos com diâmetro 75-90 mm; classe 5: bulbos com diâmetro $> 90\ mm$). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Massa fresca de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): bulbos foram pesados em balança eletrônica.

Massa seca de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): bulbos foram cortados em cubos alocados em bandejas de alumínio, em estufa de circulação forçada à temperatura de $65\ ^\circ C$ até atingirem massa constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância de acordo com o teste F, no nível de 5% de probabilidade, sendo as médias interpretadas através de estudos de regressão para verificar o efeito de doses de fósforo nas características avaliadas, utilizando-se o programa computacional Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os resultados obtidos pela da análise de variância (Tabela 2), verifica-se efeito significativo de doses de fósforo para as variáveis de altura de planta (AP), produtividade total de bulbos (PTB), produtividade comercial de bulbos (PCB), massa fresca de bulbos comerciais (MFBC), e massa seca de bulbos comerciais (MSBC).

TABELA 2. Resumo das análises de variância da altura de plantas (AP), produtividade total de bulbos (PTB), produtividade comercial de bulbos (PCB), massa fresca de bulbos comerciais (MFBC), massa seca de bulbos comerciais (MSBC) de *Allium cepa* L. Dourados–MS, UFGD, 2016.

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		AP	PTB	PCB	MFBC	MSBC
		(cm)	t ha ⁻¹			
Bloco	3	3,67 ^{ns}	9,01 ^{ns}	4,20 ^{ns}	13,57 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Dose	3	194,71 *	135,81*	168,80*	288,05*	0,37*
Resíduo	9					
Total	15					
CV (%)		10,94	15,39	20,76	23,67	26,86
Média Geral		34,71	15,49	14,83	11,67	0,6

As variáveis referentes à altura de planta, produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, matéria fresca e seca de bulbos comerciais ajustaram-se a equação quadrática em função das doses de fósforo (Figura 9, 10, 11,12 e 13).

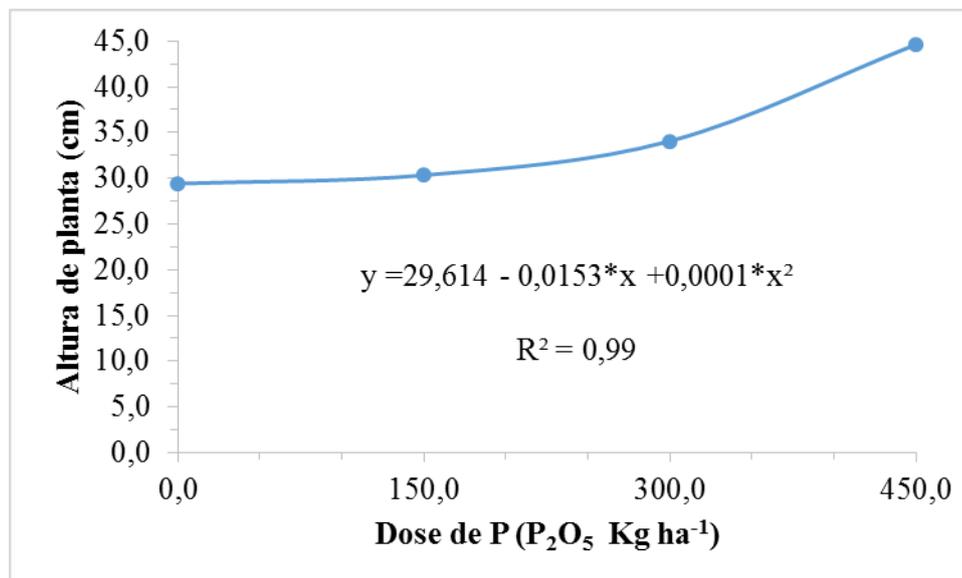


FIGURA 9. Média de altura de planta da produção total de cebola em (cm), em função da fertilirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.

A maior altura de plantas (Figura 8) foi observada na dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ alcançando seu máximo em 44,6 cm. Ali et al. (2016) trabalharam com doses de fósforo no

cultivo de cebola, em doses de 0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹, e observaram aumento da altura de plantas a partir da dose de 90 e 120 kg ha⁻¹, em que alcançaram o máximo de 53 cm. Já Silva et al. (2017) trabalharam com doses mais parecidas com este estudo, e observaram efeito significativo para altura de plantas no cultivo de cebola com diferentes doses de fósforo, em que houve aumento da altura de acordo com as doses, em sua maior dose de 400 kg ha⁻¹ verificou altura máxima de 40,32cm.

A produtividade total de bulbos (PTB) e a produtividade comercial de bulbos (PCB), na dose recomendada (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅) foi de 13,9 t ha⁻¹, para ambas variáveis analisadas (Figura 9 e 10). Em trabalho realizado por Novo Júnior (2014) avaliando a produtividade de bulbos de cebola em função de doses de fósforo (0,00; 33,75; 67,50; 101,25; 135,00 e 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅) observou maior produtividade total e comercial na dose máxima aplicada (168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com valores de 48,88 e 48,62 t ha⁻¹, respectivamente.

A maior produtividade total foi alcançada na dose máxima (450 kg ha⁻¹ de P₂O₅) com valor estimado em 24,07 t ha⁻¹, sendo um incremento de 11,7 t ha⁻¹, quando comparada ao valor obtido na ausência de adubação fosfatada (0,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) que foi de 12,93 t ha⁻¹. Segundo o IBGE (2017), a média nacional de produtividade de cebola é de 29,64 t ha⁻¹. No presente trabalho, um fator principal contribui para a obtenção de produtividades totais abaixo da média nacional, o ataque de insetos pragas ao longo do ciclo da cultura no campo experimental. Isso desfavoreceu a máxima expressão genética da *cv. Soberana*.

No entanto, o incremento obtido da menor para a maior dose de fósforo demonstra um aumento significativo na produtividade total da cebola mostrando que essa hortaliça responde a aplicação de fósforo, corroborando com Resende; Costa; Yuri (2014) descrevem a importância do P na produtividade da cebola, enfatizando a pequena exigência da cultura na quantidade absorvida, mas com a resposta elevada à adubação fosfatada. Citam ainda que entre 30 e 40% da produtividade das culturas é limitada pela deficiência do P. Neste contexto, o P merece especial atenção por causa da sua grande adsorção à fase mineral do solo, predominantemente de baixa reversibilidade (SCHONINGER; GATIBONI; ERNANI, 2013).

Para Prochnow et al. (2010), os fertilizantes fosfatados são utilizados tanto para aumentar a produtividade das culturas em solos deficientes em fósforo como para manter a produtividade em solos não deficientes neste nutriente. Técnicas agrônômicas que propiciam elevadas produtividade, como fertilização equilibrada, irrigação e uso das melhores cultivares, contribuem indiretamente para o aumento da eficiência de uso do fertilizante fosfatado, resultando em maior produtividade por unidade de fósforo aplicada.

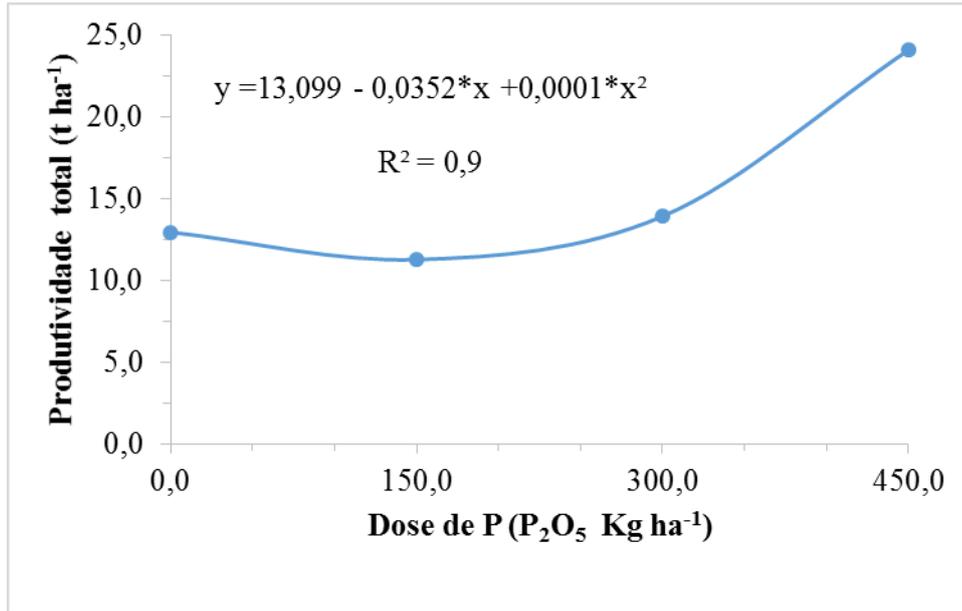


FIGURA 10. Produtividade total de bulbos de cebola em (t ha⁻¹), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.

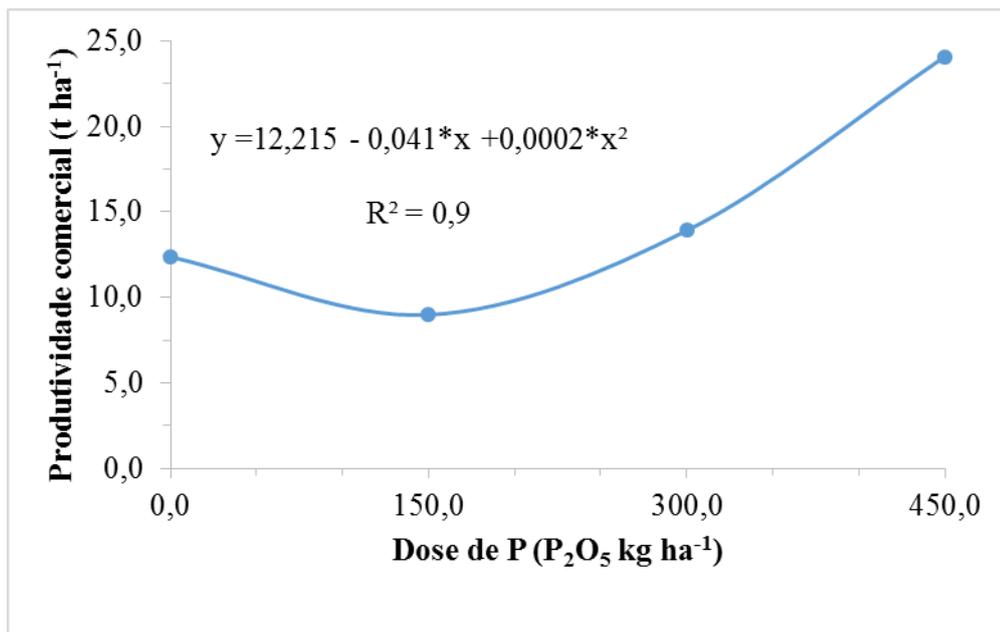


FIGURA 11. Produtividade de bulbos comerciais de cebola (t ha⁻¹), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.

A adequada disponibilidade de fósforo as plantas de cebola influenciam no aumento de produção e tamanho de bulbos, precocidade no ciclo (MALAVOLTA, 2006) e, ainda, incrementa o peso do bulbo (FILGUEIRA, 2007). Embora o fósforo (P) seja acumulado em pequena quantidade por planta de cebola, de 31,23 a 33,35 mg (VIDIGAL et al.,2010; PORTO et al.,2017), sua participação nos processos de absorção iônica, fotossíntese,

respiração, sínteses, multiplicação e diferenciação celular e herança, denota que é um nutriente com expressiva ação na formação de produtividade e da qualidade do bulbo.

Filgueira (2007) afirma que o fornecimento de doses adequadas de fósforo às culturas favorece o amplo desenvolvimento radicular, conseqüentemente aumentando a absorção de água e de nutrientes; aumentando o vigor das plântulas. O fósforo tem efeito positivo sobre o número e peso de frutos, e sua deficiência gera frutos pequenos e de qualidade inferior (CRISÓSTOMO et al., 2002; FARIA e FONTES, 2003).

As médias de massa fresca de bulbos comerciais (MFBC) e massa seca de bulbos comerciais (MSBC), em função das doses crescentes de fósforo, ajustaram-se a regressão quadrática, dispostos na Figura 12 e Figura 13, respectivamente.

Para MFBC o valor estimado foi de 6,61 kg ha⁻¹, na ausência de adubação fosfatada, e valor estimado de 9,8 kg ha⁻¹ para a dose de 300 kg ha⁻¹. Quando aplicado a dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅, o incremento na massa fresca de bulbos comerciais, foi na ordem de 17,6 kg ha⁻¹.

Para MSBC os resultados foram na ordem de 0,42 kg ha⁻¹ na ausência de adubação, 0,6 kg ha⁻¹ para a dose recomendada de 300 kg ha⁻¹, e incremento ao aplicarmos a dose maior de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ de 0,62 kg ha⁻¹ comparados com a testemunha.

Novo Junior (2014), avaliando a massa seca em função da adubação fosfatada, obteve como resultado para as doses (0,00; 33,75; 67,50; 101,25; 135,00 e 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅) um mínimo de (9,09 g planta⁻¹) reportado na ausência da adubação fosfatada e máximo estimado (12,31 g planta⁻¹) obtido com a dose de 136,77 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Quando houve o aumento para 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ observou-se uma redução de 1,63%. Santos et al. (2007), avaliando o acúmulo de matéria seca e o teor de nutrientes da cebola, observaram que o ganho de matéria seca se intensificou na parte final do ciclo da cultura.

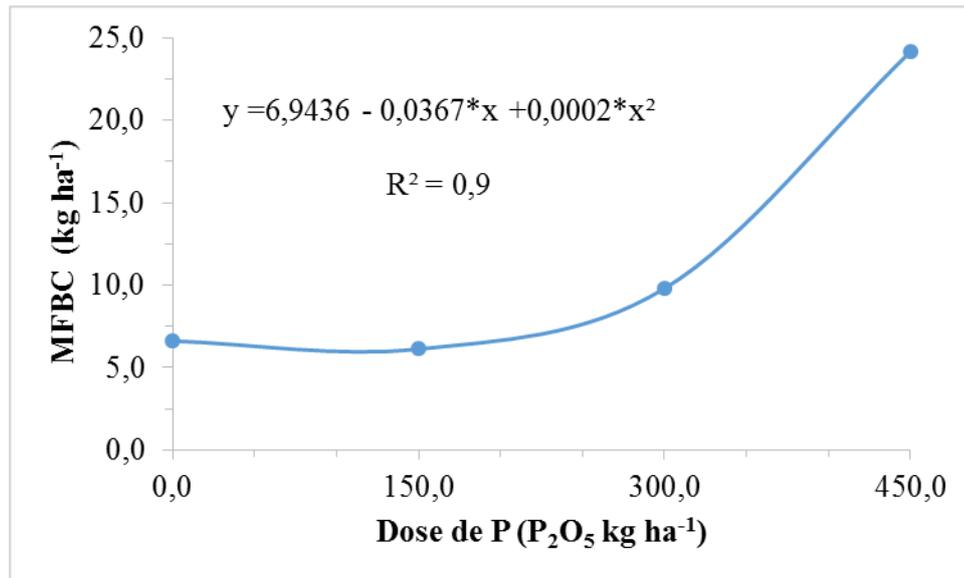


FIGURA 12. Média da massa fresca de bulbos comerciais em (Kg ha⁻¹), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.

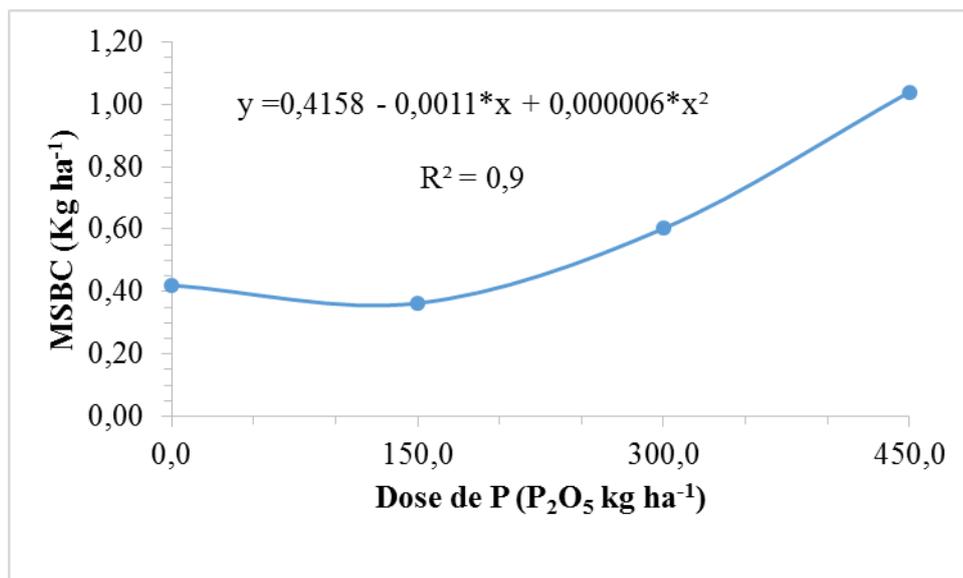


FIGURA 13. Média da massa seca de bulbos comerciais em (kg ha⁻¹), em função da fertirrigação fosfatada. Dourados-MS, UFGD, 2016.

A partir dos resultados obtidos pela análise de variância, as classes 1 (<35 mm de diâmetro) e 4 (>75 até 90 mm), não ajustaram-se a modelo de regressão.

As classes 2 e 3 ajustaram-se a equação quadrática de acordo com as doses de P₂O₅ aplicadas (Figura 14). Com relação à aplicação de crescentes doses de fósforo, observamos que, para a classe 2, houve redução com o incremento das doses de fósforo. A dose 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ propiciou a menor produção de bulbos nessa classe. Com relação à classe 3, que são bulbos maiores, verificou-se relação inversa, ou seja, com o aumento das doses de fósforo,

constatou-se, um aumento na produção de bulbos nessa classe, retratando, dessa forma, que esse nutriente além de contribuir para a melhoria da produtividade, também contribui para a produção de bulbos de maior diâmetro.

A classe 3 se enquadra na preferência do consumidor, demonstrando a importância de obter bulbos com esse padrão. A obtenção de bulbos maiores, além de estar diretamente relacionada com o aumento do rendimento e com as características genéticas do cultivar, também aumenta a lucratividade, pois bulbos com diâmetro inferior a 50 mm apresentam menor valor de mercado do que bulbos de diâmetros superiores (KURTZ et al., 2012).

Evidencia-se a capacidade de resposta da cebola à aplicação de fósforo e alicerça as afirmações de que o elemento contribui marcadamente para melhor produtividade da cultura, sobretudo, na produção de bulbos de maior tamanho (FILGUEIRA, 2007).

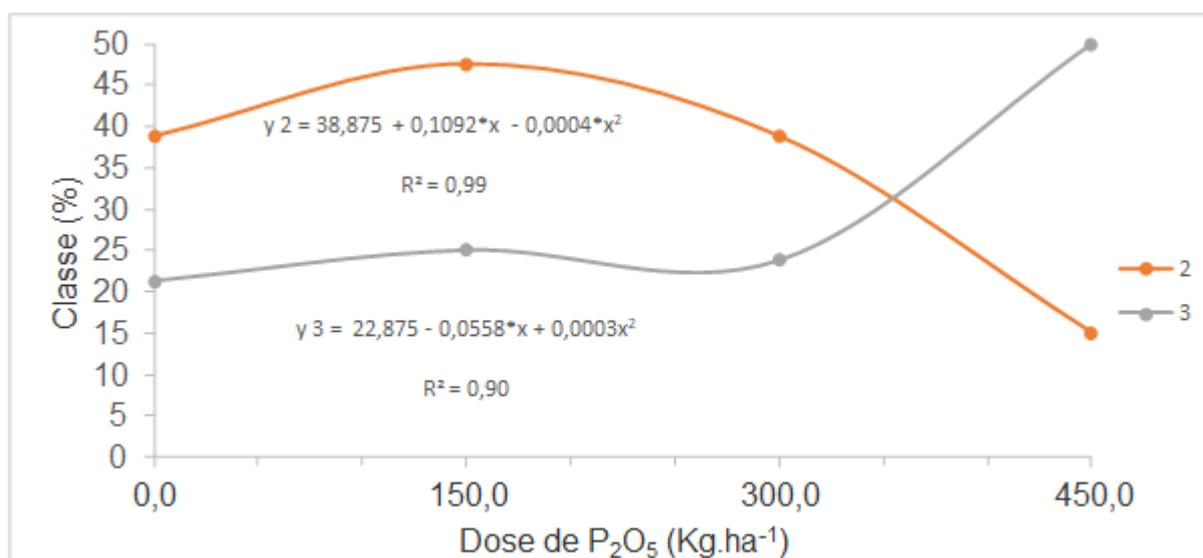


FIGURA 14. Porcentual da produção de bulbos de cebola classificada como classe 2 e 3 em função da fertirrigação fosfatada. Dourados – MS, UFGD, 2016.

Resende et al. (2014), observou que com a maior produtividade houve maior tamanho dos bulbos. O maior diâmetro de bulbos em resposta a doses crescentes de fósforo foi responsável por aumento significativo na produtividade. Além disso, bulbos com maior diâmetro apresentam maior valor de mercado.

Observou-se maior porcentagem de bulbos na classe 1 (refugo), na ausência de adubação fosfatada (40 %). Houve uma oscilação na porcentagem de refugos chegando a valores de 27,5 % e 32,5% para as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Para

a maior dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ os resultados foram na ordem de 8,75 % para os bulbos classificados como refugos (Figura 15).

Nota-se para a classe 2, um pico de (47,5 %) para a dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e com o aumento da dose, houve um decréscimo na porcentagem de bulbos dessa classe, apresentando 15 % para dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 14). Com relação a classe 3, esta esteve presente em todas as doses, com 21,25 % na ausência de adubação e 23,75 % para a dose recomenda de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os resultados mostraram a proporção de 50 % dos bulbos nessa classe quanto a dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi testada (Figura 15).

O tratamento com ausência de adubação fosfatada e com 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não produziram bulbos na classe 4. A classe 4 mostrou menor proporção nas doses aplicadas, com 5 % para a dose recomendada (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 26,25 % na maior dose de fósforo aplicado.

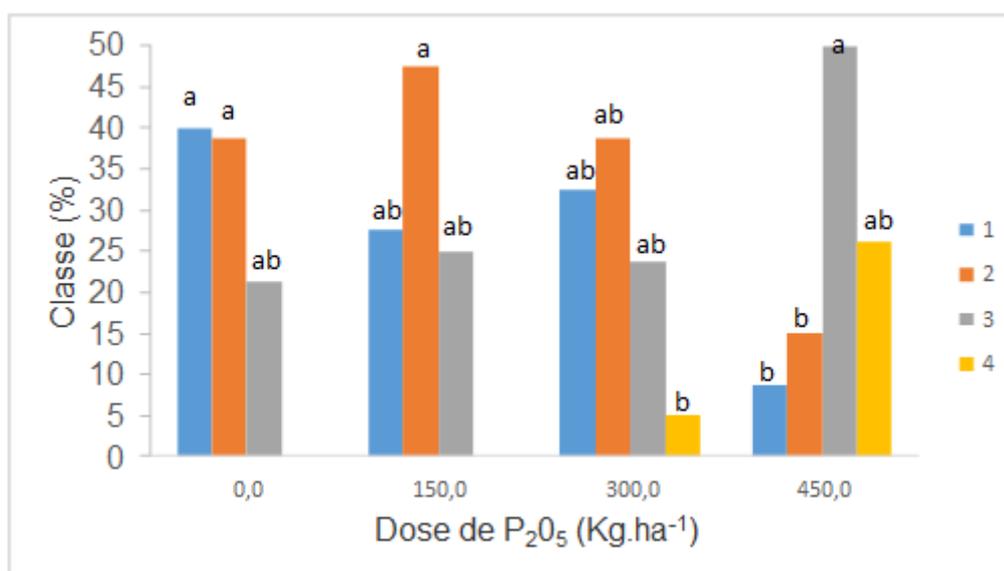


FIGURA 15. Porcentagem para classificação de bulbos de cebola da cultivar *Soberana*, em classes (%), segundo o diâmetro transversal, em função da adubação fosfatada. Dourados–MS, UFGD, 2016.

Costa et al. (2009) avaliando níveis de fósforo (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ P₂O₅) verificaram que em solos do Vale do São Francisco com baixos teores de P disponível quanto ao tamanho dos bulbos comerciais classificados por tamanho em porcentagem, observou-se uma maior concentração nas classes 3 e 4, as mais preferidas pelo mercado consumidor, sendo a média de 13,7 % de classe 2; 54,2 % de classe 3 e 32,0 % de classe 4.

Novo Junior (2014) observou a maior porcentagem de bulbos (2,67%) da Classe 1 (refugo) na ausência da adubação fosfatada, apresentando, à medida que se aumentava a dose

de P_2O_5 , um decréscimo na porcentagem de bulbo refugo, encontrando-se um menor valor (0,36%) com a dose máxima de P_2O_5 . Com relação à classe 3 observou-se uma oscilação entre os tratamentos, apresentando menor (69,46%) e maior (75,96%) quando se aplicou 33,75 e 135,00 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , respectivamente. Afirmando que, a adubação fosfatada apresentou influência na melhor classificação dos bulbos.

5. CONCLUSÃO

1. A aplicação de fósforo, via fertirrigação influencia significativamente as características de produção da cultura da cebola.
2. A dose de 450 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 induz maior produtividade total e comercial de bulbos de cebola.
3. Doses crescentes de fósforo aumentou a porcentagem de bulbos da classe 3 e 4, assim como, promoveu a diminuição da porcentagem de bulbos da classe 1 (refugos) e classe 2, que apresentam baixa aceitação pelo mercado consumidor e inferior valor de mercado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, J.; MUHAMMAD, H.; ALI, M.; RASHID, A.; SHAKOOR, A.; KHAN, A.; KHAN, J.; JAMAL, A.; KHAN, H. Effect of sowing dates and phosphorus levels on growth and bulb production of Onion. **Pure and Applied Biology**. v. 5, n. 3, p. 406-417, 2016

ALVES, L. P. (2006). Crescimento e produção de pimentão , tipo páprica , sob diferentes níveis de adubação de nitrogênio e fósforo. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. MOSSORÓ-RN, 2006. p. 53.

BARBOSA, M. A. G. Calibração e uso de sensores FDR para determinação da umidade e salinidade em dois tipos de solos. 2011. 88 f. **Dissertação** (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 Ed. UFV, Viçosa. 2008.

BISCARO, Guilherme Augusto et al. GERMINATION AND DEVELOPMENT OF AMERICAN LETTUCE SEEDLINGS (Lactuca sativa L.) IRRIGATED WITH HOME AND INDUSTRIAL EFFLUENT-RECEIVING WATER. **IRRIGA**, v. 9, n. 3, p. 207-216, 2018.

BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; SOUZA, C. F.; ROQUE, M. W. Haste portátil para utilização de sonda de TDR em ensaios de Campo. **Irriga**, Botucatu, v. 16, p. 31-41, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1995. 1 set. Seção 1, 8 p.

COELHO FILHO, M. A. BASSI, L.H., ANGELOCCI, L. R., COELHO, E. F., PEREIRA, F. A. C. Relação solo-planta-atmosfera. In: SOUZA et al., (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 27-90, 2011.

COELHO, E. F.; OR, D.; SOUSA, V. F. Aspectos básicos em fertirrigação. In: SOUZA et al., (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 233- 251, 2011.

COSTA, EF da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. **Brasília: EMBRAPA-SPI**, 1994.

COSTA, EL da et al. Irrigação da cebola. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 218, p. 57-66, 2002.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. de; ARAUJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; LIMA, M. A. C.; CANDEIA, J. C.; BANDEIRA, G. R. L. Resposta de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) a doses de fósforo em cultivo orgânico no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2 p. 3428- 3432, agosto, 2009.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; SANTOS, C. A. F.; LEITE, W. M.; PINTO, J. M. **Características produtivas de genótipos de cebola no Vale do São Francisco**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 25, n. 2, p. 261-264, abr./jun. 2007.

CRISÓSTOMO, L.A. et al. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21p. (Circular Técnica, 14).

DANTAS, Tiago. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/saude-bem-estar/cebola.htm>> acesso em: 20 Jun. 2018

DE OLIVEIRA, Ednaldo L. et al. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaia considerando seis safras Economic viability and management of drip irrigation in. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 887-896, 2010.

DE RESENDE, Geraldo Milanez; COSTA, Nivaldo Duarte; YURI, Jony Eishi. Efeito de doses de fósforo na produtividade e armazenamento pós-colheita de dois cultivares de cebola. **Ceres**, v. 63, n. 2, 2016

EL BALLA, MMA d; HAMID, Abdelbagi A. ABDELMAGEED, AHA Efeitos do tempo de estresse hídrico na floração, no rendimento de sementes e na qualidade de sementes de cebola comum (*Allium cepa* L.) sob condições tropicais e áridas do Sudão. **Gestão de água agrícola**, c. 121, p. 149-157, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. – Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FALKER. **Hidrofarm – Medidor eletrônico de umidade do solo**. Disponível em:<<https://www.falker.com.br/base/article/AA-00327/0/Quais-as-diferen%C3%A7as-do-HidroFarm-para-sensores-como-o-Watermark.html>>. Acesso em: 24 de junho de 2018.

FAO. Produção mundial de cebola . Disponível em:<<http://www.fao.org/faostat/en/rrankings/commoditespbapcountra>>. Acesso em: 03 Mai. 2018

FARIA, C.M.B; FONTES, R.R. Nutrição e adubação. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão, produção aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, Embrapa Semi-Árido, 2003. p.40- 50.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna para a produção de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 421 p.

FREITAS, W. A.; CARVALHO, J. A.; BRAGA JR., R. A.; ANDRADE, M. J. B. Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 268-274, 2012.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M. **Características qualitativas de genótipos de cebola**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul./ago., 2008.

GRANT, Cal A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas, Piracicaba**, n. 95, 2001.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agrop2006.pdf>>. Acesso em: 03 Mai. 2018.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola-2017. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/6/lspappesqp2017pdez.pdf>>. Acesso em: 03 Mai. 2018

KURTZ, Claudinei et al. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, 2012.

LEE, Jongtae. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, v. 124, n. 3, p. 299-305, 2010.

LIMA, M. A. C.; COSTA, N. D.; ABE, M. A.; TRINDADE, D. C. G. Qualidade LOPES, O. D.; KOBAYASHI, M. K.; OLIVEIRA, F. G.; ALVARENGA, I. C. A.; MARTINS, E. R.; CORSATO, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.548-553, 2011.

LONGO, A. E. O. **Micropropagação de alho e ginogênese in vitro de cebola**. 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) - Instituto Agronômico, Campinas, 2009.

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

MAROUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. Irrigação da cultura da cebola. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

MASCARENHAS, M.H.T. Origem e botânica da cebola. Belo Horizonte: **Informe Agropecuário**. v.6, p.15-16, 1980.

MENDES, A. M. S. et al. Nutrição mineral e adubação da cultura da cebola no Submédio do Vale do São Francisco. **Embrapa Semiárido-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

NOGUEIRA, L. C. et al. Irrigação do coqueiro. **A cultura do coqueiro no Brasil**, v. 2, p. 159-187, 1997.

NOVO JÚNIOR, José et al. Desempenho da cebola fertirrigada em função da adubação fosfatada. 2014.

PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. **Piracicaba: IPNI**, v. 2, p. 66-132, 2010.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. **Dose adequada**. **Rev. Cultivar HF**, p. 14 – 17. Abri/Maio 2014.

RESENDE, LM de A.; MASCARENHAS, M. H. T.; SIMÃO, M. L. R. Panorama da produção e da comercialização da cebola em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 218, 2002.

RIBEIRO, Pabblo A. de A. et al. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de água. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 279-287, 2010.

SANTOS, EMANUEL ERNESTO FERNANDES et al. Acúmulo de macronutrientes por cultivares de cebola, em um vertissolo no médio São Francisco. In: **Embrapa Semiárido- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais. Porto Alegre: SBCS, 2007., 2007.

SCHONINGER, E. L.; GATIBONI, L. G.; ERNANI, P. R. **Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 95-106, jan./fev. 2013.

SILVA, A. O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Nativa**, Sinop, v. 02, n. 03, p. 180-186, jul./set. 2014.

SILVA, Davi José. **Aplicação de fertilizantes via fertirrigação**. Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/33889400.pdf>> Acesso: 24 de Junho 2018

SILVA, L. L.; TAVARES, A. T.; NASCIMENTO, I. R.; MILHOMEM, K. K. B.; SANTOS, J. L. Crescimento vegetativo e teor de fósforo em cultivares de cebola. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.10, n.3, p.7-14, 2017.

SOUSA, D. M. G., REIN, T. A., GOEDERT, W. J., LOBATO, E., NUNES, R. S. Fósforo. In: **PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba - SP: International Plant Nutrition Institute. v. 2, p. 67 – 127, 2010.

SOUZA, Elves de Almeida et al. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com fósforo por gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 27, n. 3, p. 495-499, 2005.

TEIXEIRA, Claudia Fernanda Almeida; MORAES, Sergio Oliveira; SIMONETE, Marcia Aparecida. Desempenho do tensiômetro, TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, 2005.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. ver. Atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51 p. Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC**, v. 196.

TRANI, Paulo Espíndola; BREDA JR, J. M.; FACTOR, Thiago Leandro. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas, Boletim**, v. 200, n. 7, 2014.

VIDIGAL, Sanzio Mollica; MOREIRA, Marialva Alvarenga; PEREIRA, Paulo Roberto Gomes. Crescimento e absorção de nutrientes pela planta cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplanto de mudas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, 2010.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 117-124, 2011.

VILELA, N. J. et al. Identificação de sistemas de produção de cebola nos principais Estados produtores: relatório final de pesquisa-subprojeto 13.2001. 865-07. **Brasília: Embrapa Hortaliças**, 2002.

VILLAS BOAS, G.L. Sistema de Produção de cebola (*Allium cepa* L.): **Manejo Integrado de Pragas**. Embrapa Hortaliças. Sistema de Produção, 5. Dezembro/2004.

VILLAS BOAS, R. L. et al. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. sSuplemento, 2000.