

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

PAULO HENRIQUE DE ARAÚJO RESENDE

TIOSSULFATOS DE AMÔNIO (THIO-SUL), DE CA (CATS) E DE K (KTS)
NA CULTURA DA CEBOLA

Uberlândia – MG
Fevereiro
2023

PAULO HENRIQUE DE ARAÚJO RESENDE

**TIOSSULFATOS DE AMÔNIO (THIO-SUL) DE CA (CATS) E DE K (KTS)
NA CULTURA DA CEBOLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz.

Uberlândia – MG
Fevereiro
2023

PAULO HENRIQUE DE ARAÚJO RESENDE

**TIOSSULFATOS DE AMÔNIO (THIO-SUL) DE CA (CATS) E DE K (KTS) NA
CULTURA DA CEBOLA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 02 de março de 2023.

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

Maikon Ribeiro de Almeida Maximiano
Membro da Banca

Cecília Leão Pereira Resende
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me proporcionado sempre o melhor, me iluminando e abençoando em toda essa caminhada.

Aos meus pais, Edivaldo Borges de Resende e Márcia Gondim de Araújo Resende por terem proporcionado condições ideais, tanto financeira como emocional, em todas as etapas, até a graduação e não terem medido esforços para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu irmão, Pedro Augusto de Araújo Resende, pela parceria e exemplo, apoio e incentivos sempre.

Ao professor José Magno Queiroz Luz pela oportunidade de ingressar no GEPOM - Grupo de Estudo e Pesquisa em Olericultura e, que, durante a minha formação, orientou-me e forneceu-me condições para colocar em prática o que era ensinado dentro da faculdade.

Por fim, a todos os familiares e amigos que fizeram parte dessa formação, tornando essa caminhada muito mais fácil e prazerosa.

Obrigado!

RESUMO

A cebola está entre as hortaliças com maior importância socioeconômica e o sucesso da produção final está diretamente relacionado aos procedimentos realizados no início do plantio, como a adubação. O manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas é um dos fatores de maior relevância, visto que as hortaliças são extremamente exigentes em nutrientes. Teve o objetivo de avaliar o manejo de adubação por meio da fertirrigação com tiosulfato de amônio (Thio-Sul), tiosulfato de Ca (CaTs) e tiosulfato de K (KTS) no cultivo da cebola, cultivar Valessul, em diferentes combinações e fases de desenvolvimento da cultura, nas condições de Cristalina-GO. Este trabalho foi realizado na fazenda Santa Barbara, da Agrícola Wehrmann, no Distrito de Campos Lindos, na cidade de Cristalina-GP. Utilizou-se a cebola cultivar Valessul em delineamento de blocos casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo cada parcela constituída por canteiro de 1,80m de largura contendo 4 linhas duplas e 6m de comprimento. Os tratamentos utilizados foram: tratamento 1 (nenhuma aplicação: controle), tratamento 2 (2L de Thio-sul, 43L de CaTs e 41L de KTS), tratamento 3 (7L de Thio-sul, 60L de CaTs, 50L de KTS), tratamento 4 (7L de Thio-sul, 60L de CaTs, 60L de KTS), tratamento 5 (4L de Thio-sul, 60L de CaTs, 60L de KTS). As análises foliares realizadas 75 dias após o plantio apresentaram para P e Mg valores fora da faixa adequada para cultura. P no tratamento 2 ficou abaixo do esperado e o Mg em todos os tratamentos apresentaram valores acima do esperado. Em produtividade os tratamentos não se diferenciaram entre si, no entanto, numericamente o tratamento 4 se destacou para a classe 2 onde houve diferença estatística. Importante ressaltar que a classe 2 de cebola é a segunda de melhor valor de mercado. O tratamento 4 foi o que recebeu a maior quantidade dos tiosulfatos. O uso dos tiosulfatos apresentou potencial produtivo com destaque para a combinação do tratamento 4 com aplicações ao longo do ciclo num total em L ha⁻¹ de Thio-Sul (7L) + CaTs (60L) + KTS (60L).

Palavras-chave: *Allium cepa* L., fertilidade, produção.

ABSTRACT

Onion is among the most socioeconomically important vegetables and the success of the final production is directly related to the procedures carried out at the beginning of planting, such as fertilization. The management of soil fertility and plant nutrition is one of the factors for greater cultivation, since vegetables are extremely demanding in terms of nutrients. The objective was to evaluate the fertilization management through fertirrigation with ammonium thiosulfate (Thio-Sul), Ca thiosulfate (CaTs) and K thiosulfate (KTS) in the cultivation of onion, cultivar Valessul, in different combinations and growth stages development of the culture, in the conditions of Cristalina-GO. This work was carried out at the Santa Bárbara farm, owned by Agrícola Wehrmann, in the Campos Lindos District, in the city of Cristalina-GO. The onion cultivar Valessul was used in a randomized block design with 5 treatments and 5 replications, each being divided into a 1.80 m wide plot containing 4 double rows and 6 m long. The treatments used were: treatment 1 (no application), treatment 2 (2L of Thio-sul, 43L of CaTs and 41L of KTS), treatment 3 (7L of Thio-sul, 60L of CaTs, 50L of KTS), treatment 4 (7L of Thio-sul, 60L of CaTs, 60L of KTS), treatment 5 (4L of Thio-sul, 60L of CaTs, 60L of KTS). Leaf analyzes carried out 75 days after planting adopted P and Mg values outside the appropriate range for the crop P in treatment 2 was lower than expected and Mg in all treatments showed values above expectations. As the treatments did not differ from each other, however, numerically treatment 4 stood out for class 2 where there was a statistical difference. It is worth remembering that onion class 2 is the second with the best market value. Treatment 4 received the highest amount of thiosulfates. The use of thiosulfates showed productive potential, with emphasis on the combination of treatment 4 with applications throughout the cycle in a total of L ha⁻¹ of Thio-Sul (7L) + CaTs (60L) + KTS (60L).

Keywords: *Allium cepa* L., fertility, production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química (%) dos produtos avaliados, tiosulfatos de Amônio (Thio-Sul), Cálcio (CaTS) e Potássio (KTS).	19
Tabela 2 - Tratamentos e épocas de aplicação em L ha ⁻¹ dos Tiosulfatos Thio-Sul, CaTs e KTS.	19
Tabela 3 - Nutrientes em cebola: extração, exportação e teores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar (PAULETTI & MOTTA, 2019).....	22
Tabela 4 - Laudo nutricional análise foliar 70 dias após o plantio (DAP).	23
Tabela 5 - Classificação e produtividade em cebolas submetidas a diferentes tratamentos.....	25
Tabela 6 - Análise do solo após a colheita.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação, temperaturas mínimas e máximas registradas do município de Cristalina- GO,	18
Figura 2 - Classes dos bulbos colhidos. Obs: Régua: 20cm	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 A Cultura da Cebola.....	11
2.2 Valessul.....	12
2.2 Nutrientes	13
2.2.1 Tioossulfato.....	14
2.3 Fertilizantes	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L.) está entre as hortaliças com maior importância econômica, apresentando uma grande variabilidade entre as suas cultivares, com o melhoramento da qualidade dos bulbos, aumento no rendimento e melhores respostas ao fotoperíodo, se adaptando à diversas regiões (GRANGEIRO *et al.*, 2008).

Para a safra de 2022/23 foram estimados aproximadamente 514 toneladas de cebola no Brasil, a estimativa para a safra de 2023/24 é que sejam cultivados 18,4 mil hectares da cebola, 4,5% a mais do em 2022 (EPAGRI, 2023). A cidade de Cristalina-GO está entre os maiores produtores agrícolas do país e a cebola lidera o ranking (GOIÁS, 2021).

A cebola é fortemente influenciada por fatores ambientais, que condicionam a adaptação de uma cultivar a determinadas regiões geográficas. O fotoperíodo é um fator limitante para a formação do bulbo, uma vez que a planta de cebola forma bulbos se o comprimento do dia for igual ou superior a um fotoperíodo crítico. Entre as cultivares há variabilidade quanto ao mínimo de horas de luz para promover formação do bulbo, podendo ser classificadas em cultivares de dia curto, intermediário e longo (COSTA *et al.*, 2002).

O cultivo pode ser realizado através de mudas ou plantio direto, se desenvolvendo melhor em regiões com solos areno-argilosos, ricos em matéria orgânica e com boa drenagem (COSTA, 2010). As regiões produtoras de cebola no Brasil têm realidades bem distintas com relação as características dos produtores, onde, na região Sul prevalece pequenos produtores que usam variedades de polinização aberta, propagação por mudas e menor nível tecnológico. Já em São Paulo, Minas Gerais e Goiás prevalecem produtores maiores, uso de semeadura direta e variedades híbridas com maiores pacotes tecnológicos.

A quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas é função das características intrínsecas do vegetal, bem como dos fatores externos que condicionam o processo (VIDIGAL *et al.*, 2002). Na cadeia produtiva da horticultura há constante atualização de cultivares e híbridos lançados por empresas públicas e privadas, pois aproveitam melhor os insumos disponíveis, aumentando seu potencial produtivo e qualitativo, o que altera a necessidade nutricional dessas plantas, trazendo maior produção de massa vegetal (FURLANI E PURQUERIO, 2010).

Os elementos mais absorvidos em termos de porcentagem na matéria seca da cebola são o

potássio e nitrogênio (PÔRTO *et al.*, 2007b). O fósforo tem sido o macronutriente que mais frequentemente limita a produção em condições de solos pobres em seu conteúdo (TAWARAYA *et al.*, 2012), havendo aparente contradição entre a pequena exigência da cultura e a resposta altamente positiva à adubação fosfatada (FILGUEIRA, 2008).

Apesar da cebola extrair grandes quantidades de potássio, respostas da cultura a esse nutriente, de maneira geral, não têm sido observadas (FILGUEIRA, 2008) e há poucos resultados que confirmam efeito significativo do fertilizante potássico na produtividade, embora não se conheça o seu efeito sobre a qualidade e a conservação do produto (MAGALHÃES, 1993).

O Cálcio (Ca) desempenha importante papel na planta, já que é um nutriente presente na lamela média das paredescelulares, regulando a permeabilidade e a seletividade do plasma lema e sua presença é indispensável para o desenvolvimento do sistema radicular (BECKER *et al.*, 2016). De acordo com Prado (2008), o Cálcio (Ca) é importante para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, pois interfere no crescimento uma vez que faz parte da pectina por meio dos pectatos de cálcio sendo solicitados para a alongação e divisão mitótica celular.

Uma das opções de fornecimento de parte desses nutrientes em cebola é a utilização de tiosulfatos, que constituem uma classe de fertilizantes líquidos. O tiosulfato de potássio (KTS) foi relatado na literatura como inibidor da nitrificação, com potencial de reduzir as emissões de N_2O em grau proporcional à taxa aplicada. Dessa forma, pela redução de perda de nitrogênio, este fertilizante tem a capacidade de reduzir o total de fertilizantes aplicada nas lavouras pelo melhor aproveitamento, uso e eficiência dos insumos químicos (CAI *et al.*, 2019).

A aplicação de água e fertilizantes simultaneamente ao solo, por meio de sistemas de irrigação, é denominado de fertirrigação ou fertirrigação (COSTA *et al.*, 1994), assim o nutriente diluído em água aplicado diretamente no sistema de irrigação proporciona uma melhor absorção.

No Brasil, o desenvolvimento de pesquisas utilizando o uso de fertirrigação na cultura da cebola ainda é escasso em pesquisas trazendo o tema da fertirrigação. Tendo em vista que o aumento da produção nacional é de grande importância, econômica e socialmente, pois é cultivada por pequenos e médios agricultores, gerando uma necessidade de mão-de-obra grande, proporcionando emprego e renda. Dessa forma, verificou-se a necessidade do desenvolvimento desta pesquisa a fim de avaliar o manejo e o emprego correto desta tecnologia.

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o manejo de adubação por meio da fertirrigação com tiosulfato de amônio (Thio-Sul), tiosulfato de Ca (CaTs) e tiosulfato de K (KTS) no cultivo da cebola, cultivar Valessul, em diferentes combinações e fases de

desenvolvimento da cultura, nas condições de Cristalina-GO.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura da Cebola

A cebola (*Allium cepa*, L.) se destaca por ser uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo, estando presente atualmente na dia a dia dos brasileiros. Possui seu centro de origem na Ásia e foi introduzida no Brasil através da colonização portuguesa, porém, ganhou destaque em maiores proporções com a chegada dos imigrantes açorianos no século XVIII, onde acharam melhores condições para o cultivo na região Sul do Brasil (OLIVEIRA, 2018).

A cultura da cebola é cultivada no Brasil ao longo de todos os meses do ano, isso pois, pela grandeza territorial do país, que proporciona uma diversidade climática interessante para o cultivo da cebola (CAMARGO FILHO *et al.*, 2011). A produção está relacionada ao fotoperíodo e à temperatura, que são fatores predominantes na escolha da região a ser implementada a cultura.

A cebola do tipo crioula e precoce está presente de forma predominante no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. As variedades de dias intermediários estão concentradas na região de São Paulo e nos Cerrados de Goiás e Minas Gerais. Já as variedades precoces predominam no submédio do Vale do Rio São Francisco, nos Estados de Pernambuco e Bahia (TRIBUNA, 2004).

É uma cultura anual visando a produção de bulbos para comércio e bianual quando o intuito é a produção de sementes. Por ser uma planta herbácea de folhas grandes subcilíndricas ocas (tubulares), lisas e cerosas, a absorção de nutrientes via folha é dificultada (JONES E MANN, 1963). O bulbo tunicado, grande, concêntrico, formado pelo entumescimento das bainhas das folhas que se sobrepõe uma às outras, é o local onde as suas reservas são depositadas e acumuladas. O caule é um disco comprido, se localizando na parte inferior do bulbo e, desse local, saem as raízes fasciculadas, possuindo poucas ramificações, explorando o solo em torno de 25 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade. Mas apesar dessa característica, as raízes estão concentradas nos 30 cm superiores do solo, que é onde há maior concentração de raízes (MASCARENHAS, 1980).

Segundo a Embrapa Semiárido (2007), a cebola tem facilidade em se desenvolver em condições de solo com textura média, ricos em matéria orgânica e de boa drenagem, isso porque essas características favorecem o desenvolvimento das raízes do bulbo. Em contrapartida, solos muito argilosos dificultam o crescimento dos bulbos e, em solos arenosos, a retenção de umidade e nutrientes é inferior a desejada. Sendo uma cultura que não responde bem à acidez no solo, o pH ideal para o seu desenvolvimento é entre 6,0 e 6,5. Com isso, se faz necessário realizar amostragens

de solo para definir a necessidade de calagem e sua quantidade. A adubação, se apresenta como um dos componentes de um sistema de produção que não pode ser trabalhada de forma independente (CERETTA *et al.*, 2007), e, por se tratar de um fator limitante na busca de alcançar altas produtividades, também são definidas através da amostragem do solo.

A cebola é uma olerícola de ciclo bienal, onde no primeiro ano a fase vegetativa culmina na formação do bulbo e, no segundo ano, que corresponde à fase reprodutiva, dá-se o florescimento e, conseqüentemente, a produção de sementes (SOUZA; RESENDE, 2002).

Esta cultura é fortemente influenciada pelas condições climáticas, principalmente pelo fotoperíodo, temperatura e suas interações. Estes dois fatores controlam a adaptação da cebola e limitam a recomendação de uma mesma cultivar para uma faixa ampla de latitudes. A temperatura, além de influenciar a bulbificação, afeta diretamente o florescimento da planta (BARBOSA, 2008).

2.2 Valessul

A variedade Valessul é uma cultivar desenvolvida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e licenciada para a venda através da empresa AGRITU. Surgiu a partir de cruzamentos entre a variedade Bola Precoce e a Crioula, buscando reunir o ciclo e formato da variedade Bola Precoce com a coloração atrativa da variedade Crioula. Em 2017, obteve-se o certificado de proteção do cultivar junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Desde então, o cultivar vem se destacando nos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Bahia. O ciclo da cebola Valessul é de cerca de 175 dias, com semeadura direta e de aproximadamente 200 dias, quando é realizado o transplante das mudas (EPAGRI, 2021).

De acordo com a EPAGRI (2021), a característica atrativa da variedade Valessul é sua resistência ao armazenamento e transporte, isso se dá pela cultivar possuir em torno de 10% a mais de matéria seca quando comparada a outras cultivares. Outra característica que contribui com essa resistência é que possui uma casca mais aderente, o que torna a condição um atrativo aos produtores, por conseguir armazenar e realizar a venda no momento de maiores preços. Dependendo do ano, os agricultores conseguem armazenar essa cebola para comercializar em março e abril, quando em geral o mercado nacional começa a depender mais de importação e os valores são mais altos.

A variedade da Valessul é a cultivar indicada para os plantios finais, mês de maio, por ser

uma variedade de polinização aberta (OP), com mais cerosidade nas folhas e maior resistência a danos causados por chuva, quando na época da colheita e maior resistência pós-colheita, devido a seu maior numero de casca, o que a torna interessante para armazenamento (EPAGRI, 2021).

2.2 Nutrientes

O estudo da absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo é uma ferramenta que permite conhecer os períodos de maior exigência nutricional, obtendo-se informações seguras quanto às épocas mais convenientes de aplicação de fertilizantes (PÔRTO *et al.*, 2007b).

Para a otimização da produtividade e qualidade do produto, é necessário adotar e atualizar o nível tecnológico das ferramentas produtivas. Dentre elas, a nutrição e adubação de plantas são fundamentais para o sucesso de qualquer atividade agrícola (PURQUERIO, 2010).

A determinação da quantidade de nutrientes e sua aplicação na forma e momento mais adequados para as espécies vegetais são influenciadas pelas características da planta, do solo e do ambiente de cultivo. Além das características botânicas da cebola, deve-se conhecer a função dos nutrientes, os sintomas de deficiência e toxidez, as formas de absorção e transporte destes, a curva de crescimento, a disponibilidade e eficiência de recuperação de cada nutriente adicionado no solo, para se calcular a necessidade de calagem e adubação.

Os autores Haag *et al.* (1968; 1970) e Malavolta *et al.* (1974) e outros da literatura segundo o Instituto de Agrônomo de Campinas (IAC) citam a função dos nutrientes nas plantas e os principais sintomas de deficiência na cebola, além de outras culturas.

O nitrogênio é um nutriente que participa da estrutura de aminoácidos, proteínas, clorofila, coenzimas, ácidos nucleicos (RNA, DNA) e também faz parte da estrutura de algumas vitaminas. Faz parte da absorção de íons, fotossíntese, respiração, crescimento vegetativo e sínteses bioquímicas. O principal sintoma de deficiência de nitrogênio é a redução no ritmo de crescimento e redução no tamanho dos bulbos (TRANI *et al.*, 2014).

O nutriente nitrogênio tem característica fundamental e constitui muitos dos componentes da célula vegetal, tais como aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas e entre outros, porém, sua deficiência, rapidamente, pode inibir o crescimento vegetal, impedindo o desenvolvimento normal da planta, justamente por ser um nutriente presente na composição celular das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, atua em diversas enzimas e materiais de transferência de energia, como clorofila, ADP e ATP; exerce também papel importante nos processos de

absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

O cálcio é um nutriente indispensável por ser componente da parede celular e fazer parte da manutenção das membranas celulares. Importante também para o processo de polinização e fecundação. O principal sintoma de deficiência de cálcio na cultura da cebola é o tombamento repentino sem fratura e posteriormente a secagem das folhas do ápice até a base (BECKER *et al.*, 2016). Sua presença é indispensável para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas pois interfere no crescimento uma vez que faz parte da pectina por meio dos pectatos de cálcio, sendo solicitados para a alongação e divisão mitótica celular (PRADO, 2008).

O potássio faz parte dos processos osmóticos, na manutenção da estabilidade da planta, na abertura e fechamento dos estômatos, na síntese de proteínas, na permeabilidade da membrana e no controle do pH celular. Sua deficiência se caracteriza pelo murchamento das folhas; as mais velhas apresentam coloração amarelada, progredindo para o secamento das pontas, reduzindo também o desenvolvimento dos bulbos (TRANI *et al.*, 2014).

Cada vez mais os sistemas agrícolas buscam uma maior eficiência no uso dos recursos naturais disponíveis. O estímulo às boas práticas para o uso correto dos fertilizantes, em geral, além de passar pelas consequências econômicas, também passa pelo manejo mais sustentável dos nutrientes, o que se considera que os nutrientes sejam escolhidos com a composição e combinação adequadas e que sejam aplicados na dose, época e locais corretos (BRUULSEMA *et al.*, 2009).

2.2.1 Tiosulfato

De acordo com Gomes e Lopes (2023), o manejo nutricional é um dos principais fatores que influencia na produtividade e qualidade das hortaliças, devendo considerar a análise química do solo e a exigência da cultura. Atualmente, em função dos elevados custos dos fertilizantes, a preocupação com a escassez dos recursos naturais e a segurança alimentar, tem-se buscado por fontes alternativas de fertilizantes. Nesse sentido, uma fonte alternativa que tem ganhado destaque são os tiosulfatos.

Os Tiosulfatos são fertilizantes líquidos, incolor, que apresentam nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, podendo serem aplicados via fertirrigação por aspersão ou gotejamento. Existem no mercado tiosulfatos como fontes de nitrogênio ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$), potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$), e cálcio (CaS_2O_3). Além dos nutrientes mencionados, possuem também o enxofre em sua

composição, elementos essenciais para o adequado crescimento e desenvolvimento vegetal (GOMES E LOPES, 2023).

Conforme Tessengerlo Kerley (2022) trazem uma serie de beneficios para a cultura, por ser uma fonte limpa livre de cloretos, fornece enxofre rapidamente disponível e de liberação prolongada, melhora a disponibilidade de fósforo e micronutrientes e sua absorção pela cultura. Sendo excelente inibidor de urease e nitrificação, reduz a alcalinidade do solo melhora a aeração do solo e ajuda a facilitar a decomposição dos resíduos da cultura.

O enxofre (S) e potássio (K) são importantes para o aumento da produtividade, vigor de plantas, qualidade, tamanho e peso das hortaliças. Assim, o Tiossulfato de potássio se torna uma fonte alternativa interessante para obtenção desses nutrientes, apresentando uma série de beneficios, quando comparados com fontes convencionais. Apresenta S e K prontamente disponível para as plantas, sendo excelente fontes para culturas sensíveis ao cloreto. É compatível com a maioria dos produtos agrícolas, pois não é corrosivo aos sistemas de aplicação e não obstrui os orifícios das linhas de gotejamento. É importante destacar que o Tiossulfato de Potássio proporciona um melhor desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente, hortaliças mais pesadas, com maior coloração, sabor, uniformidade de maturação, melhorando o seu aspecto visual e econômico (AMONEX, 2023).

Já o Tiossulfato de Amônio é uma solução límpida e incolor concentrada de Nitrogênio e enxofre. É um macronutriente que potencializa toda nutrição no programa de fertilização. O Tiossulfato de Amônio ajuda na solubilização de outros fertilizantes e colabora para o metabolismo enzimático do solo facilitando a absorção de outros nutrientes pelas plantas. Esse é o produto popular mais usado no mundo e que contém a maior concentração de enxofre na indústria de fertilizantes líquidos. O principal diferencial do Tiossulfato de Amônio é que ele diminui sensivelmente a lixiviação pelas águas de chuva ou irrigação e, assim, disponibiliza nutrição imediata e prolongada em uma única aplicação. Aplicado em horticultura e leguminosas em geral (AMONEX, 2023).

Os fertilizantes de Tiossulfatos na nutrição de hortaliças são utilizados na forma líquida, via fertirrigação, aspersão ou gotejamento, oferecendo, além de facilidade de aplicação, nutrientes prontamente disponíveis para as plantas (GOMES E LOPES, 2023).

2.3 Fertilizantes

A aplicação de água e fertilizantes simultaneamente ao solo, por meio de sistemas de irrigação é denominado de fertirrigação ou fertirrigação (COSTA, 1994). A fertirrigação visa complementar adubação de plantio com a aplicação de fertilizantes solúveis ou líquidos dissolvidos na água de irrigação, suprimindo a necessidade de água e nutrientes para as culturas desejadas (VIDIGAL *et al.*, 2019). Esse tipo de aplicação otimiza o tempo e reduz o operacional no manejo, reduzindo os custos e a chance de lixiviação. Considerado o mais eficiente método de adubação das culturas, na combinação de água e os nutrientes, juntamente com a luz solar, fatores importantes para o desenvolvimento e a produção das culturas. A 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 escoamento 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 demasido prejudicando o cultivo (SILVA, 2014).

Existe uma diversidade na forma de aplicação de fertilizantes e para culturas anuais duas opções predominam: adubação feita na linha ou a lanço em área total. Para que essa forma seja definida alguns fatores devem ser observados: o sistema de produção; os equipamentos disponíveis; as características do solo; o nutriente e quantidade a ser aplicado; tipo de fertilizante; histórico da fertilizade da área e a dinâmica do nutriente no solo (FURTINI NETO *et al.*, 2001; CERETA *et al.*, 2007; IPNI, 2013).

Para Biscaro *et al.* (2012) a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método, principalmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizada, pois 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. 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, 2000).

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 agrônômico, sem riscos ambientais, como a salinização e a contaminação dos recursos hídricos (EMBRABA, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Santa Barbara, pertencente a Agrícola Wehrmann, na cidade de Cristalina- Go, no Distrito de Campos Lindos, por meio da simulação de fertirrigação com Thio-Sul, CaTS e KTS. A fazenda encontra-se na latitude de 16° 46' 07" S, longitude de 47° 36' 49" W, a região apresenta clima do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, verão quente úmido, com inverno frio e seco. A altitude da região, onde foi realizado o experimento, é em torno de 1200 metros, o que proporciona a produção de hortaliças.

O experimento foi conduzido de 18 de maio à 13 de outubro de 2022, totalizando 149 dias. O período típico do outono-inverno caracterizou-se nas condições do cerrado, com baixa precipitação e temperaturas amenas a frias.

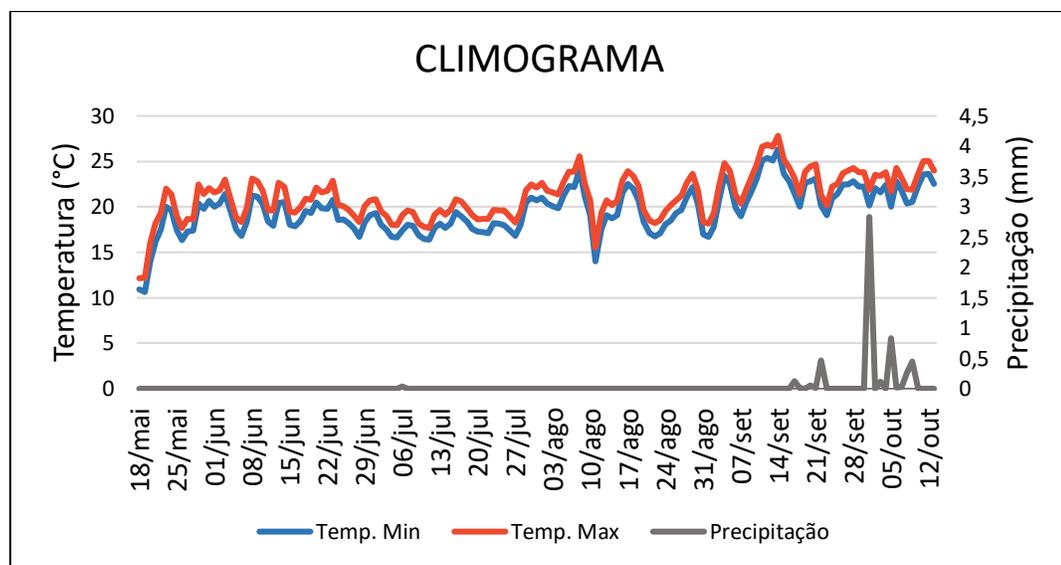


Figura 1 - Precipitação, temperaturas mínimas e máximas registradas do município de Cristalina-GO, durante a condução do experimento, pela Estação Meteorológica Instalada em Cristalina (INMET). 2022. Fonte: INMET, 2022

Durante o período de condução do experimento houve condições climáticas esperadas para a região, no início do ciclo com poucas chuvas e temperaturas mais amenas, elevando a temperatura de forma gradual até o mês de setembro onde se obteve a maior temperatura registrada (Figura 1). A precipitação na área aconteceu predominantemente no final do mês de setembro e início do mês de outubro e seguiu com baixas quantidades e volumes de chuvas.

As adubações de plantio e cobertura foram iguais para todos os tratamentos. No plantio foi feita adubação com 2.600 kg ha⁻¹. Do formulado 03-35-06 foi incorporado via rotativa no canteiro antes da semeadura direta, totalizando 742.000 sementes por hectare. As adubações de cobertura estão descritas na Tabela 1. Os demais tratamentos culturais e controle fitossanitário foram os comumente utilizados pelo produtor, conforme prática e manejo da empresa.

Tabela 1 - Composição química (%) dos produtos avaliados, tiosulfatos de Amônio (Thio-Sul), Cálcio (CaTS) e Potássio (KTS).

	Ca	S	pH	Densidade 25°C
CaTs	6	10	6.5-8.8	1.22-1.26
KTS	K2O	S		
	25	17	6.8-8.5	1.45-1.49
THIOSUL	N	S		
	12	26	6.8-8.5	1,33

O delineamento foi de blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 parcelas. Os tratamentos estão descritos na Tabela 2, sendo T1 a testemunha/controle que não recebeu nenhum tiosulfato. Cada parcela foi constituída de canteiro com 1,80 m de largura contendo 4 linhas duplase com 6 m de comprimento.

As aplicações dos tiosulfatos foram realizadas com uso de um regador manual, simulando fertirrigação com lâmina de água de 5 mm. A composição química dos fertilizantes encontra-se na Tabela 2. Para diagnose foliar a coleta ocorreu aos 75 DAP – dias após o plantio, retirando a folha mais nova plenamente desenvolvida sendo 10 folhas por parcela, conforme recomendação do orientador.

Tabela 2 - Tratamentos e épocas de aplicação em L ha⁻¹ dos Tiosulfatos Thio-Sul, CaTs e KTS.

APLICAÇÃO/DAP	THIOSUL	CaTs	KTS	Adubações de Cobertura
30DAP	T2, T3 e T4 = 2L T5 = 4L			34DAP = 70kg/ha de Ureia
44DAP	--- T3 = 3L T4 = 3L ----	T2 = 8L T3 = 10L T4 = 10L T5 = 15L		45DAP = 150kg/ha 21-00-21
51DAP	--- T3 = 2L T4 = 2L ----	T2 = 15L T3 = 15L T4 = 15L T5 = 15L		55DAP = 150kg/ha 12-00-12
66DAP		T2 = 10L T3 = 15L T4 = 15L T5 = 15L		66DAP = 50kg/ha de Ureia 100kg/ha 14-00-14
73DAP		T2 = 10L T3 = 10L T4 = 10L T5 = 15L	T2 = 8L T3 = 10L T4 = 10L T5 = 15L	70DAP = 100kg/ha 12-00-12 50kg/ha de Ureia
80DAP		--- T3 = 10L T4 = 10L	T2 = 8L T3 = 10L T4 = 10L T5 = 15L	78DAP = 100kg/ha 21-01-20
87DAP			T2 = 15L T3 = 15L T4 = 15L T5 = 15L	86DAP = 30kg/ha de Ureia
94DAP			T2 = 10L T3 = 10L T4 = 15L T5 = 15L	98DAP = 50kg/ha de KCl 30kg/ha 21-01-20
103DAP			T3 = 5L T4 = 10L	104DAP = 50kg/ha de KCl 30kg/ha 21-01-20 119DAP = 50kg/ha de KCl 133DAP = 50kg/ha de KCl

DAP = Dias após o plantio.

A colheita foi realizada de forma manual, adotando como parcela útil os 4m centrais da parcela. As plantas foram enleiradas e cobertas com lona plástica e assim permaneceram no campo por 7 dias para o processo de cura dos bulbos. Após esse período, as folhas e raízes foram cortadas manualmente e os bulbos classificados em tipos/caixas, conforme o diâmetro do bulbo (Figura 2), sendo 1 (23 a 35mm), 2 (35 a 53mm), 3 (53 a 75mm), 4 (75 a 90mm) e descarte (cebolas com defeitos graves sem valor comercial).

A classificação seguiu o padrão utilizado pelo empresa e por demais produtores da região, considerando que houve pouca diferença em relação a classificação estipulada pela Embrapa. Cada tipo foi pesado e feita a estimativa de produtividade por ha.

As quantidades totais dos tiossilfatos aplicadas em cada tratamento estão descritas no quadro abaixo:

Tratamento	Nutrientes	Produtos
Tratamento 1	Testemunha	Testemunha
Tratamento 2	N -0,24 Ca-2,58 K2O-10,25 S-11,79	Thio-Sul (2L) + CaTs (43L) + KTS (41L)
Tratamento 3	N -0,84 Ca-3,60 K2O-12,50 S-16,32	Thio-Sul (7L) + CaTs (60L) + KTS (50L)
Tratamento 4	N -0,84 Ca-3,60 K2O-15,00 S-18,02	Thio-Sul (7L) + CaTs (60L) + KTS (60L)
Tratamento 5	N -0,48 Ca-3,60 K2O-12,50 S-17,24	Thio-Sul (4L) + CaTs (60L) + KTS (60L)



4

3

2

1

Figura 2 - Classes dos bulbos colhidos. Obs: Régua: 20cm

Fonte: o autor

Após a colheita, foi retirada amostra do solo de cada parcela para análise de nutricional. Foi

realizado a coleta na profundidade de 0 a 20 centímetros, sendo 3 coletas em cada parcela. Assim, foi obtido uma amostra composta de cada tratamento. A finalidade dessa coleta foi identificar prováveis melhoras nos níveis nutricionais do solo, após a utilização dos Tiosulfatos.

Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos a testes de pressuposições a 5% de probabilidade (Shapiro Wilk, O'Neill e Mathews e Tukey). Atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e, existindo diferença, as médias serão comparadas pelo teste de Tukey. Essas análises foram realizadas utilizando-se o Programa estatístico R versão 4.1.2.

Com relação aos valores obtidos nas análises foliares utilizou-se como referência para o estado nutricional (PAULETTI & MOTTA, 2019) com valores médios de macro e micronutrientes considerados adequados para a cultura da cebola (Tabela 3).

Tabela 3 - Nutrientes em cebola: extração, exportação e teores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar (PAULETTI & MOTTA, 2019)

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Teores de referência	25-40	2-4	20-50	7-30	2-4	5-8	6-20	60-300	30-200	10-50	10-50

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado nutricional da cultura pode ser relacionado com a determinação dos teores de elementos em tecidos vegetais. Usualmente se utiliza as folhas para realizar a análise, indiretamente pode-se interpretar os efeitos de adubações realizadas na área e estimar o grau de fertilidade do solo. A análise foliar permite distinguir problemas fitossanitários relacionados a patógenos e aos problemas relacionados com a nutrição (TRANI *et al.*, 1983).

Em uma avaliação do acúmulo de matéria seca e o teor dos nutrientes na cultura da cebola em um Vertssolo, localizado em Juazeiro na Bahia, com as variedades Alfa São Francisco e Franciscana IPA 10, foi constatado que o acúmulo de matéria seca nas folhas foi lento até os 40 DAP após o transplante, obtendo-se seu acúmulo máximo de matéria seca aos 80 dias (SANTOS *et al.*, 2007).

Já um estudo realizado em São José do Rio Pardo, em São Paulo, utilizando-se a variedade híbrida Superex, foi observado um crescimento muito lento até os 70 DAP e os maiores incrementos na matéria seca foliar ocorreram entre os 70 a 110 dias após o plantio (PORTO *et al.*, 2007). Dessa forma, é possível perceber diferenças na absorção de nutrientes pela planta em diferentes regiões, sistemas de produção e o material genético utilizado.

A análise de teores foliares das plantas foi realizada aos 75 dias após o plantio (Tabela 4). Em relação aos macronutrientes, apenas o P e o Mg apresentaram valores fora da faixa do adequado para a cultura da cebola, onde o P no tratamento 2 ficou abaixo do esperado em relação ao teor de referência, e, em todos os tratamentos o nutriente Mg apresentou valores acima do esperado para a cultura. Todos os outros macronutrientes estavam dentro da faixa considerada adequado.

Segundo a literatura, destacando Haag *et al.* (1968, 1970) e Malavolta *et al.* (1974). A deficiência de fósforo pode ocasionar tamanho reduzido dos bulbos, folhas velhas amareladas que secam com facilidade. Folhas intermediárias e novas continuam apresentando coloração verde-escura, isso devido ao fato do macronutriente fósforo ter dificuldade em se movimentar na planta.

Tabela 4 - Laudo nutricional análise foliar 70 dias após o plantio (DAP).

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g.Kg ⁻¹						mg.Kg ⁻¹				
1	34,53	2,03	37,00	9,31	4,64	6,10	24,63	36,27	277,33	28,00	23,20
2	35,93	1,93	42,67	10,59	5,23	5,87	23,75	41,67	176,67	12,67	19,87
3	34,30	2,03	37,00	8,90	4,40	6,27	24,61	39,90	149,33	12,67	20,33
4	36,63	2,07	40,67	10,13	4,76	6,57	23,33	43,57	162,00	13,33	22,50
Teores de referência	25-40	2-4	20-50	7-30	2-4	5-8	6-20	60-300	30-200	10-50	10-50

Em relação aos micronutrientes apenas o Cu e o Mn apresentaram valores fora da faixa do adequado para a cultura da cebola, onde o Cu em todos os tratamentos esteve acima do esperado. Em relação ao teor de referência e em todos os tratamentos o nutriente Mn apresentou valores abaixo do adequado (Tabela 4). O excesso de Cu se deve provavelmente pelas frequentes aplicações com fungicidas protetores que possuem o Cu em suas composições.

É importante ressaltar que o teor foliar evidencia o teor de nutrientes num momento ou fase da planta, indicando o estado nutricional momentâneo, se deficiente, adequado ou em excesso. Ou seja, não mostra a extração ou acúmulo dos nutrientes, sendo assim o teor foliar é para o diagnóstico de deficiência ou excesso numa fase definida da cultura. Quando o fertilizante foliar é aplicado, aumenta-se o metabolismo da planta pela disponibilidade de nutrientes e devido a melhoria nos processos fisiológicos e enzimáticos, ocorrendo assim, uma maior produção de fotoassimilados. Nesse contexto, em geral, os nutrientes estavam com teores adequados, o que mostra o bom manejo da adubação da lavoura até aquele momento.

Com relação a classificação e a produtividade, no Brasil, em 2010/2011, a cultura da cebola atingiu uma produção de 1,36 milhão de toneladas, em uma área cultivada de 60.020 mil hectares, obtendo uma média de produtividade de 22,6 t ha⁻¹ (CAMARGO FILHO *et al.*, 2011).

Portanto, todos os tratamentos apresentaram boas produtividades, com média de 55,75 toneladas por hectare e uma baixa quantidade de descarte com média de 0,44 toneladas por hectare, representando assim, 0,79% de descarte (Tabela 5). Vale lembrar que a variedade Valessul não é híbrido, portanto, não tem potencial para produtividades muito maiores que as obtidas e além disso teve incidência de chuvas nas últimas semanas do ciclo o que normalmente afeta

negativamente a produtividade.

Tabela 5 - Classificação e produtividade em cebolas submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	Classes (t ha ⁻¹)				Total	Descarte
	1	2	3	4		
1	2,81 a	17,09 ab	33,29 a	4,96 a	58,16 a	0,27 a
2	2,91 a	17,92 ab	30,06 a	2,64 a	53,60 a	0,53 a
3	3,55 a	16,88 ab	28,23 a	4,40 a	53,06 a	0,27 a
4	3,02 a	19,52 a	33,31 a	3,57 a	59,42 a	0,60 a
5	2,13 a	13,54 b	33,65 a	5,21 a	54,52 a	0,53 a
CV (%)	38,62	18,97	24,46	66,98	16,93	56,02
P-valor	0,415	0,102	0,742	0,591	0,765	0,191

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,10). P-valor: valor do teste F da ANOVA.

CV: coeficiente de variação. De acordo com Tukey 10%, mas foi utilizado aqui 5% .

Outro fator que corresponde ao esperado é a maior produtividade da classe 3 da cebola, classe que possui o maior valor econômico e que o mercado mais procura (Tabela 5).

Os tratamentos não se diferenciaram da testemunha para a produtividade total, no entanto, numericamente destacou-se o tratamento 4. Para a classe 2, houve diferença estatística com destaque novamente para o tratamento 4. Vale lembrar que a classe 2 de cebola é a segunda de melhor valor de mercado. Isso porque é uma preferência do consumidor na escolha da cebola disposta nos sacolões e supermercados. O tratamento 4 foi o que recebeu a maior quantidade dos tiossulfatos.

Em geral as poucas diferenças entre os tratamentos em relação a testemunha se devem provavelmente pelo manejo das adubações de cobertura envolvendo principalmente N e K o que não potencializou os efeitos dos tiossulfatos. Originalmente o experimento propunha diminuição dessas adubações de cobertura, mas em função do operacional da área do produtor isso não foi possível. De qualquer forma, os resultados sinalizam que os tiossulfatos podem sim entrar no manejo como suplementação no fornecimento de N, K e Ca. Doses maiores podem ser testadas e ou tentar um arranjo experimental que consiga diminuição das aplicações de cobertura tradicionais com N e

K.

Após a colheita da cebola foi realizado a análise de solo de todos os tratamentos visando obter resultados sobre os resíduos de fertilizantes no solo (Tabela 6). Os dados obtidos foram semelhantes entre os tratamentos, sem grandes destaques, exceto para o S nos tratamentos 3 e 4, que foram os que mais receberam Thio-Sul (Tabela 6), que dentre os tiosulfatos é que tem a maior percentagem de S (Tabela 2).

Tabela 6 - Análise do solo após a colheita.

TRAT	pH	H+Al	Ca	Mg	K	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CTC	V
1	5,90	2,20	3,98	2,87	241,25	163,98	4,50	2,00	4,24	48,50	6,53	12,10	9,67	77,00
2	5,88	2,38	4,13	2,50	246,25	159,73	7,60	2,75	4,32	48,75	5,51	11,58	9,64	75,00
3	5,83	2,57	3,99	2,43	260,00	102,50	18,15	1,65	4,32	49,75	5,10	12,10	9,65	73,50
4	5,78	2,32	3,90	2,53	247,00	160,90	27,83	1,83	4,39	50,50	5,63	12,59	9,39	75,25
5	5,80	2,23	3,93	2,54	243,75	133,03	6,03	0,82	4,40	52,00	5,42	13,01	9,32	76,00

pH - em CaCl₂ por potenciometria | ref. IAC 2001

H+Al - em Tampão SMP por potenciometria | ref. IAC 2001

M.O - por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001

P - em resina por Espectrofotometria | Ref. IAC 2001

S - por Turbidimetria | Ref. IAC 2001

Ca - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

Mg - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

Na - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

K - por Espectrometria de Absorção Atômica | Ref. IAC 2001

Al - em KCl por titulometria | Ref. IAC 2001

S.B. = Ca+Mg+Na+K | Ref. IAC 2001

CTC = S.B.+H+Al | Ref. IAC 2001

V% = (SB/CTC)* 100 | Referência: IAC 2001

P - resina

O comércio alvo da cebola são as prateleiras dos sacolões, super e hipermercados. Com isso, é necessário que a cultivar possua uma padronização, que esteja limpa, madura, com bulbos completos e revestidos de películas externas, consistentes, livre de danos mecânicos, livre de pragas e/ou doenças, com coloração uniforme e isenta de substâncias nocivas a saúde.

Enfim, percebe-se que as perspectivas iniciais foram atendidas e todo o experimento foi realizado dentro dos padrões antes estabelecidos. Conseguiu-se também realizar testes adicionais, como a coleta de solo para observação de residual no solo a respeito dos nutrientes inseridos no sistema.

Um estudo futuro possível a ser realizado é a mensuração do sistema radicular das plantas para avaliar se houve algum tipo de resposta, caso essa hipótese se confirme seria necessário estudar onde esse comportamento interfere na produtividade final. Outro estudo interessante a ser realizado seria utilizar dosagens diferentes de fertilizantes, a fim de observar se teria alguma resposta na produtividade. De toda forma, o estudo contemplou e apresentou o resultado a respeito da produtividade nas dosagens escolhidas, não excluindo a possibilidade de repetição do trabalho para confirmação dos dados.

5 CONCLUSÃO

O uso dos tio-sulfatos apresentou potencial produtivo com destaque para a combinação do tratamento 4 com aplicações ao longo do ciclo num total em $L\ ha^{-1}$ de Thio-Sul (7L) + CaTs (60L) + KTS (60L). Dessa forma disponibilizando para a cultura de 0,84 pontos de N, 3,60 pontos de Ca, 15 pontos de K_2O e 18,02 pontos de S.

Ainda que as doses analisadas não proporcionaram efeitos importantes na cultura da cebola, os tio-sulfatos apresentam potencial no cultivo agrícola, sustentados pelo aumento da produção.

REFERÊNCIAS

AMONEX . **Tiosulfato de Potássio**. 2023.

<https://www.amonex.com.br/segmentos/fertilizantes-1/tiosulfato>

Acesso: julho/2023.

BARBOSA, C. A. **Manual da cultura da cebola**. 1. ed. Viçosa: [Edição do autor], 2008. 149 p.

BECKER. W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L.L; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2016. 149p.

BISCARO, G.A.; SILVA, J.A.; ZOMERFELD, P.S.; MOTOMIYA, A.V.A.; GOMES, E.P.; GIACON, G.M. Produção de almeirão em função de níveis de fertirrigação nitrogenada e disposição de mangueiras gotejadoras nos canteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1811-1817, 2012

CAI, Z.; GAO, S.; XU, M.; HANSON, B.D. Evaluation of potassium thiosulfate as a nitrification inhibitor to reduce nitrous oxide emissions. **Science of The Total Environment**, v. 618, p. 243–249, 2018.

CAMARGO FILHO, W.P.; CAMARGO F.P. **Evolução do mercado brasileiro de cebola, regiões produtoras, cultivares, cultivos e disponibilidade, 1950-2010**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011. Viçosa-MG, 2011. Anais... Brasília: CBO, 2011.

CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; PAVINATO, A. Manejo da adubação. In: NOVAIS, R.F.D.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. 1. ed. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.851–872.

COSTA, N.D.; CUNHA, T.J.F.e RESENDE, G.M. **Cultivo da cebola no Nordeste**. Embrapa semiárido Sistemas de Produção, 3. ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Nov./2007.

Acesso: junho/2023.

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

COSTA, N.D.; LEITE, D.L.; SANTOS, C.A.F.; CANDEIA, J.A. E VIDIGAL, S.M.–
Cultivares de cebola. In: Cultura da cebola. Informa Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 23, n. 218, p. 20-27. 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/338818>

EPAGRI. **Aumento na área plantada com cebola em Santa Catarina**. 20/06/2023

<https://revistacultivar.com.br/noticias/aumento-na-area-plantada-com-cebola-em-santa-catarina>

Acesso: julho/2023

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

FURLANI, P.R. E PURQUERIO, L.F.V. - **Avanços e desafios na nutrição de hortaliças**.

In: Mello Prado, R.; Cecilio Fo, A.B.; Correia, M.A.R. e Puga, A.P. (Eds.) - Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal, FCAV, p.45-62. 2010.

FILGUEIRA FAR. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa, Editora UFV. 421p. 2008.

GOMES, F. T. L; LOPES, M. S. Tiosulfato de potássio: eficácia na nutrição de hortaliças.

Campo & Negócios (on line). . 20 de abril de 2023.

<https://revistacampoenegocios.com.br/tiosulfato-de-potassio-eficacia-na-nutricao-de-hortalicas/>
Acesso: julho/2023.

Governo de GOIAS. **Cristalina e Rio Verde entre os maiores produtores agrícolas do país.** 22/setembro/2021.

<https://www.goias.gov.br/servico/90-agricultura/125940-cristalina-e-rio-verde-lideram-produ%C3%A7%C3%A3o-agr%C3%ADcola-no-pa%C3%ADs.html>

Acesso: julho/2023.

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

HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. **Nutrição mineral de hortaliças**; IV. Deficiência de macronutrientes em cebola. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v.25, p.203-212, 1968.

HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. **Nutrição mineral de hortaliças**. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura da cebola. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v.27, p.143-153, 1970.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso 22 de dez, de 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021
Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/cristalina/panorama>. Acesso 26 de dez. de 2021.

IPNI – International Plant Nutrition Institute. **4C Nutrição de Plantas**: um manual para melhorar o manejo da nutrição de plantas, versão métrica. Piracicaba: IPNI, 2013, 134p.

JONES, H.A.; MANN, L.H. **Onion and their allies**. New York: Interscience, 1963. 286p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1974. 752p.

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

OLIVEIRA, V.R. **Cultivo da cebola** (*Allium cepa* L.). Apostila. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/127799835/Cultivo-da-Cebola-pdf>. Acesso em: 25/10/2010.

OLIVEIRA, V. R. de. Como plantar cebola. **Adubação** - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/cebola/adubacao>>. Acesso em: 17/01/2023.

PAULETTI, V; MOTTA, ACV. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2 ed. Curitiba, BR: **Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do solo (NEPAR-SCS)**. 289p. 2019.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo-SP: UNESP, 2008. 407 p.

PORTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MAY, A.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola ‘Optima’, em cultura estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.470-475, 2007.

PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MAY, A. E VARGAS, P.F. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola ‘Superex’ estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, vol. 37, n. 4, p. 949-955. 2007b.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400005>

SANTOS, E.E.F.; FERNANDES, D.M.; SILVA, D.J.; BULL, L.T. **Acúmulo de macronutrientes por cultivares de cebola, em um Vertissolo no médio São Francisco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do

solo brasileira: Anais.... Porto Alegre: SBCS, 2007. (1 CD-ROM)

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://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/134003>

Acesso: julho/23

SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. **Cultura da Cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 112 p.

TAWARAYA K, HIROSE R; WAGATSUMA T. Inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi can substantially reduce phosphate fertilizer application to *Allium fistulosum* L. and achieve marketable yield under field condition. **Biology and Fertility of Soils**, 18:839-843. 2012.

TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise Foliar: Amostragem e Interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.

TRANI, P. E; BREDA JÚNIOR, J.M.; FACTOR, T.L. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.) IAC – Instituto Agrônômico. Campinas-SP. 2014.

https://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/95.pdf

Acesso: julho/2023.

VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G. E PACHECO, D.D. Nutrição mineral da cebola. In: Cultura da cebola. **Informa Agropecuário**, Belo Horizonte, vol. 23, n. 218, p. 36-50. 2002.

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.

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

VILELA, N.J.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, V.R.; COSTA, N.D.; MADAIL, J.C.M.; CAMARGO FILHO, W.P.; BOEING, G.; MELO, P.C.T. Desafios e oportunidades para o agronegócio de cebola no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.1029-1033, 2005.