

CÉSAR AUGUSTO SANTOS

**MARCHA DE ABSORÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CEBOLA EM
CULTIVO ORGÂNICO**

Botucatu

2023

CÉSAR AUGUSTO SANTOS

**MARCHA DE ABSORÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CEBOLA EM
CULTIVO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Horticultura

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

Botucatu

2023

S237	Santos, César Augusto Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes em cebola em cultivo orgânico / César Augusto Santos. -- Botucatu, 2023 77 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso 1. Marcha de absorção. 2. Allium cepa L.. 3. Adubação orgânica. 4. Adubação. 5. Cebola. I. Título.
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

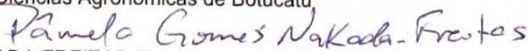
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MARCHA DE ABSORÇÃO E ACUMULO DE NUTRIENTES EM CEBOLA EM CULTIVO ORGÂNICO

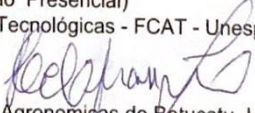
AUTOR: CÉSAR AUGUSTO SANTOS

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Prof.ª Dr.ª PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS (Participação Presencial)
Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT - Unesp


Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO (Participação Presencial)
Ciência Florestal, Solos e Ambiente / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu UNESP

Botucatu, 06 de julho de 2023

A minha amada avó,
Mariana (in memoriam),
dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais Rozélia e Julio, e minha irmã Flávia, o qual me concederam a oportunidade, apoio e forças para prosseguir e me ajudar em todos os momentos da Pós-Graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação Agronomia – Horticultura da FCA pela oportunidade de realização do mestrado.

A meu orientador Dr. Antonio Ismael Inácio Cardosos pelos seus ensinamentos, incentivo, por acreditar no meu potencial e por sua amizade.

Aos meus amigos de pós-graduação Raira, Bárbara, Joseantonio, Francisco, Fabrício e Vitória pela amizade, apoio e auxílio durante a realização deste projeto.

A meus familiares e amigos, em especial a Willian e Gabriela, por todo apoio e por creditarem em mim.

À Turma de ingressos no programa de Pós-Graduação 2021 – Horticultura, pela amizade durante os anos de convivência.

A todo pessoal do Sítio Alvorada Orgânicos, em especial ao Fábio por ceder o espaço para realização da pesquisa e todo auxílio necessário.

Aos professores da FCA por todos os conhecimentos passados ao longo do curso.

Aos funcionários da FCA que merecem todo o reconhecimento pelo trabalho que realizam no Campus.

E aqueles que não foram mencionados, mas que de alguma maneira fizeram parte dessa conquista.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O conhecimento da exigência nutricional da cebola é determinado através de curvas de absorção e acúmulo de nutrientes nos diferentes estádios fenológicos da cultura, o que é de extrema importância, pois através delas pode-se determinar quais épocas os nutrientes serão mais exigidos e sugerir a aplicação de adubos nas quantidades e épocas mais adequadas. Em cebola, têm-se carência neste manejo, em especial no sistema orgânico de produção. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a marcha de absorção e o acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo da cebola sob sistema de produção orgânico. As plantas da cultivar Baia Periforme Super Precoce foram obtidas em um campo de produção no Sítio Alvorada Orgânicos, no município de Botucatu-SP. O plantio foi realizado com mudas de raízes nuas. Os tratamentos foram as épocas de avaliação (15, 28, 42, 56, 69, 83, 96 e 111 - dias após o transplante DAT), sendo avaliadas também as mudas no dia do transplante (0 DAT). Nas duas primeiras coletas, 0 e 15 DAT, foram coletadas 50 plantas em cada parcela, da terceira a última avaliação, foram 10 plantas por parcela, com quatro repetições. Em cada época foram avaliados o número de folhas, comprimento de parte aérea, diâmetro longitudinal e transversal do bulbo, massa fresca e seca (folhas, bulbos e planta inteira), teor e acúmulo de macronutrientes para se obter as curvas de absorção de macronutrientes. As plantas apresentaram desenvolvimento inicial lento, com intensificação na segunda metade do ciclo, obtendo-se, ao final do ciclo aos 111 DAT, 2,43, 9,84 e 12,2 g planta⁻¹ de massa seca de parte aérea, bulbo e planta inteira, respectivamente. A sequência de acúmulo de nutrientes na planta inteira (g planta⁻¹) foi: K (0,27) > N (0,25) > Ca (0,079) > S (0,066) > P (0,04) e Mg (0,03). Para população de plantas de 350.000 plantas ha⁻¹ e produtividade de 42,1 t ha⁻¹, ao final do ciclo de cultivo foram extraídos 88,2; 13,9; 95,2; 27,9; 10,9 e 22,8 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Do total extraído pelas plantas, os bulbos exportaram 80,4; 89,9; 72,9; 54,3; 59,3 e 87,3 % do N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, com valores de 70,9; 12,5; 69,4; 15,1; 6,5; 19,9 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Allium cepa* L.; Baia Periforme; exportação de macronutrientes; produção orgânica; sustentabilidade.

ABSTRACT

Knowledge of the nutritional requirements of onions is determined through nutrient absorption and accumulation curves at the different phenological stages of the crop, which is extremely important, as through them it is possible to determine which times the nutrients will be most required and suggest the application of fertilizers in the most appropriate amounts and times. In onion, there is a lack of this management, especially in the organic production system. Thus, the objective of this work was to characterize the rate of absorption and accumulation of nutrients throughout the onion cultivation cycle under an organic production system. The plants of the cultivar Baia Periforme Super Precoces were obtained in a production field at Sítio Alvorada Orgânicos, in the municipality of Botucatu-SP. Planting was carried out with bare root seedlings. The treatments were the evaluation times (15, 28, 42, 56, 69, 83, 96 and 111 - days after transplanting DAT), and seedlings were also evaluated on the day of transplanting (0 DAT). In the first two collections, 0 and 15 DAT, 50 plants were collected in each plot, from the third to the last evaluation, there were 10 plants per plot, with four replications. At each time, the number of leaves, shoot length, longitudinal and transverse diameter of the bulb, fresh and dry mass (shoot, bulbs and whole plant), content and accumulation of macronutrients were evaluated to obtain macronutrient absorption curves. The plants presented slow initial development, with intensification in the second half of the cycle, obtaining, at the end of the cycle at 111 DAT, 2.43, 9.84 and 12.2 g plant⁻¹ of dry mass of shoot, bulb and whole plant, respectively. The sequence of nutrient accumulation in the whole plant (g plant⁻¹) was: K (0.27) > N (0.25) > Ca (0.079) > S (0.066) > P (0.04) and Mg (0.03). For a plant population of 350,000 plants ha⁻¹ and productivity of 42.1 t ha⁻¹, at the end of the cultivation cycle, 88.2; 13.9; 95.2; 27.9; 10.9 and 22.8 kg ha⁻¹ of N, P, K, Ca, Mg and S, respectively. Of the total extracted by plants, bulbs exported 80.4; 89.9; 72.9; 54.3; 59.3 and 87.3% of N, P, K, Ca, Mg and S, respectively, with values of 70.9; 12.5; 69.4; 15.1; 6.5; 19.9 kg ha⁻¹.

Keywords: *Allium cepa* L.; Baia Periforme; export of macronutrients; organic production; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem via satélite da Alvorada Orgânicos e da área de plantio da cebola.	29
Figura 2 - Temperatura mínima, média e máxima diária do município de Botucatu - SP durante o período de junho a novembro de 2021.....	31
Figura 3 - Precipitação pluvial na estação experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Botucatu - SP, durante o período de junho a novembro de 2021.	31
Figura 4 - Berçário e mudas da cultivar Baia Periforme Super Precoce no dia do transplante (35 DAS).....	34
Figura 5 - Terceira adubação em cobertura (96 DAT) com sulfato de potássio e farinha de ossos.	36
Figura 6 - Colheita dos bulbos (111 DAT) (A); Bulbo colhido (B).	36
Figura 7 - Número de folhas por planta de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	42
Figura 8 - Comprimento da parte aérea das plantas de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante (DAT).	42
Figura 9 - Diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) dos bulbos de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	44
Figura 10 - Acúmulo de massa fresca da parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	46
Figura 11 - Acúmulo de massa seca da parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	48
Figura 12 - Acúmulo de nitrogênio (N) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	53
Figura 13 - Acúmulo de fósforo (P) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	54

Figura 14 - Acúmulo de potássio (K) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	56
Figura 15 - Acúmulo de cálcio (Ca) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	58
Figura 16 - Acúmulo de magnésio (Mg) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	60
Figura 17 - Acúmulo de enxofre (S) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	61
Figura 18 - Taxa de acúmulo diário de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea da planta de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	63
Figura 19 - Taxa de acúmulo diário de N, P, K, Ca, Mg e S no bulbo da planta de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	64
Figura 20 - Taxa de acúmulo diário de N, P, K, Ca, Mg e S na planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias de temperatura mínima, média e máxima mensal do município de Botucatu - SP durante o período de junho a novembro de 2021.....	30
Tabela 2 - Médias de horas de luz mensal do município de Botucatu – SP durante o período de junho a novembro de 2021.....	32
Tabela 3 - Resultados da análise química do solo da área.....	32
Tabela 4 - Descrição da cultivar Baia Periforme Super Precoce.....	33
Tabela 5 - Resultado da análise química dos fertilizantes utilizados.....	35
Tabela 6 - Massa fresca, percentual de massa fresca acumulado em relação ao total da parte aérea, bulbo, planta inteira e percentual relativo do bulbo ao total acumulado em plantas de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante em sistema orgânico de produção. ...	45
Tabela 7 - Massa seca, percentual de massa seca acumulado em relação ao total da parte aérea, bulbo, planta inteira e percentual relativo do bulbo ao total acumulado em plantas de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante em sistema orgânico de produção. ...	48
Tabela 8 - Média dos teores de macronutrientes na parte aérea da planta de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.....	51
Tabela 9 - Média dos teores de macronutrientes no bulbo de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.	51
Tabela 10 - Extração de nutrientes pelas plantas, exportação pelos bulbos e porcentagem da exportação em função da extração pela cultivar Baia Periforme Super Precoce ao final do ciclo (111 DAT).	67
Tabela 11 - Extração de nutrientes pelas plantas de diferentes cultivares de cebola estudadas por diferentes autores ao final do ciclo.	68
Tabela 12 - Exportação de nutrientes pelos bulbos e porcentagem da exportação em função da extração de diferentes cultivares de cebola estudadas por diferentes autores ao final do ciclo.	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Importância econômica da cebola.....	21
2.2	Classificação botânica e características gerais	22
2.3	Exigências edafoclimáticas.....	24
2.4	Tipo de solos	25
2.5	Exigência nutricional	25
2.6	Crescimento e acúmulo de nutrientes.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Localização e descrição da área experimental	29
3.2	Características edafoclimáticas e análise do solo	29
3.3	Delineamento experimental.....	32
3.4	Descrição da cultivar	32
3.5	Produção de mudas de raízes nuas.....	33
3.6	Instalação e condução do experimento	34
3.7	Características avaliadas.....	36
3.7.1	Número de folhas	37
3.7.2	Comprimento da parte aérea.....	37
3.7.3	Diâmetro transversal e longitudinal do bulbo	37
3.7.4	Massa fresca da parte aérea, bulbos e planta inteira.....	37
3.7.5	Massa seca da parte aérea, bulbos e planta inteira	38
3.7.6	Teores de macronutrientes	38
3.7.7	Acúmulo de nutrientes.....	38
3.7.8	Taxa de acúmulo diário de nutrientes	39

3.7.9	Produtividade, extração e exportação de nutrientes.....	39
3.8	Análise dos resultados.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Número de folhas, comprimento de parte aérea e diâmetro do bulbo.....	41
4.2	Acúmulo de massa fresca e seca.....	44
4.3	Teores de macronutrientes.....	49
4.4	Acúmulo de nutrientes	52
4.4.1	Nitrogênio (N).....	52
4.4.2	Fósforo (P).....	53
4.4.3	Potássio (K).....	55
4.4.4	Cálcio (Ca).....	57
4.4.5	Magnésio (Mg).....	59
4.4.6	Enxofre (S).....	60
4.5	Taxa de acúmulo diário de nutrientes.....	62
4.6	Produtividade.....	65
4.7	Extração e exportação de nutrientes	65
5	CONCLUSÕES.....	70
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

A cebola é a terceira hortaliça mais produzida no Brasil, sendo que, em 2021, foram produzidas 1,64 milhões de toneladas de cebola (FAO, 2021). Dos estados produtores, Santa Catarina se destaca com a maior produção, cerca de 481,2 mil toneladas na safra 2021/22, respondendo por 33% do mercado nacional, já o estado de São Paulo apresentou produção de 165,7 mil toneladas (IBGE, 2021). Já o EDR de Botucatu em 2022 foi responsável por produção de 45 toneladas em área de 2,2 ha (IEA, 2023). Na alimentação humana é preferencialmente consumida *in natura*, já na indústria, utilizada no preparo de alimentos, produção de cosméticos e fármacos (BHATTACHARJEE et al., 2013; MASOOD et al., 2023).

Um dos fatores que influenciam na produtividade da cultura é a nutrição das plantas. A cultura é bastante exigente em nutrientes, sendo que o excesso ou carência destes são facilmente refletidos na planta, prejudicando a formação de bulbos e afetando a produtividade (NICK; BORÉM, 2018). Existem Para o estado de São Paulo tem-se as recomendações de Trani et al. (2014, 2022).

No Brasil, a cebola é muito cultivada por pequenos produtores. Assim, a busca por técnicas adequadas com a finalidade de aumentar a produtividade da agricultura familiar se tornou constante. Como medida para atender as necessidades nutricionais desta cultura, a adubação orgânica, tem se mostrado muito promissora (BELEM et al., 2020).

Vários processos estão envolvidos na adubação orgânica para melhorar as propriedades do solo no cultivo da cebola, como a mineralização do material orgânico para liberação dos nutrientes (MALUF et al., 2015; CRUZ et al., 2021). Os adubos orgânicos além de serem fontes de nutrientes, apresentam vários benefícios, como aumento na capacidade de retenção e penetração de água, e na capacidade de troca de cátions, sendo economicamente viáveis aos pequenos e médios produtores (AGUIRRE et al., 2020).

A maioria das recomendações de adubações citadas anteriormente, recomendam apenas a utilização de esterco bovino ou de aves como adubação orgânica, porém, existem outras fontes que podem ser empregadas, como torta de mamona, termofosfatos, farinha de ossos, compostos e outros. Algumas dessas fontes possuem altas taxas de mineralização quando comparadas ao esterco bovino, como a torta de mamona, e elevada eficiência agrônômica, apresentando maior efeito

residual ao solo, como os termofosfatos (CANDIAN, 2018; SOARES et al., 2021).

O conhecimento da exigência nutricional da cultura ao longo do ciclo é determinado através de curvas de absorção e acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, sendo de extrema importância, pois através delas pode-se determinar quais épocas os nutrientes serão mais exigidos e sugerir a aplicação de adubos nas quantidades e épocas mais adequadas. Porém, esse manejo vai depender do sistema empregado, onde no convencional os nutrientes são mais solúveis ficando disponíveis mais rápido para as plantas, já no orgânico, a disponibilidades destes dependerão da biota do solo.

Em cebola, apesar de já existirem algumas pesquisas (KURTZ et al., 2016; MORAES et al., 2016, 2018; BACKES et al., 2018; KURTZ et al., 2020) tem-se carência destas informações em especial no sistema de produção orgânico, além das cultivares muitas vezes serem específicas para cada época do ano e local de cultivo, portanto, nem sempre pode-se extrapolar os resultados de uma pesquisa para outros locais e épocas de cultivo.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a marcha de absorção e o acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo da cultura da cebola sob sistema de produção orgânico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica da cebola

O gênero *Allium* tem grande importância econômica, com mais de 20 espécies cultivadas utilizadas pelo homem (BARBIERI, 2008). Dentro deste, destaca-se a espécie *A. cepa* (cebola) como a de maior volume de produção no mundo.

Na alimentação humana é preferencialmente consumida *in natura*, saladas e temperos, já na indústria alimentícia utilizada como condimento. Possui alto valor nutracêutico, pois além das funções nutricionais básicas, auxiliam na redução do risco de doenças e manutenção e regulação das funções do corpo (BHATTACHARJEE et al., 2013; MASOOD et al., 2023).

Mundialmente os maiores produtores de cebola são China (24,9 milhões de toneladas), Índia (22,8 milhões de toneladas), EUA (3,1 milhões de toneladas), Egito (3,08 milhões de toneladas) e Turquia (2,2 milhões de toneladas) correspondendo a 56% da produção mundial, sendo que o Brasil ocupa o 14º lugar, com produção de 1,64 milhões de toneladas, em área total de 49,119 mil hectares e produtividade média de 33.401 kg ha⁻¹ (FAO, 2021).

Em relação a produção nacional, Santa Catarina é o estado com maior produção (481,2 mil toneladas), cerca de 33% da produção nacional, seguido pela Bahia (260,4 mil toneladas), Minas Gerais (215,5 mil toneladas), Goiás (181,1 mil toneladas) e São Paulo (165,7 mil toneladas) (IBGE, 2021). De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (2023), em 2022, no estado de São Paulo, os Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) de Jaboticabal, São João da Boa Vista, Itapeva e Sorocaba foram os de maiores produções, somando aproximadamente 70,76 mil toneladas. Já o EDR de Botucatu atende a 11 municípios (Anhembi, Areiópolis, Bofete, Botucatu, Conchas, Itatinga, Laranjal Paulista, Pardinho, Pereiras, Pratânia e São Manuel), sendo estes responsáveis por produção de 45 toneladas em área de 2,2 ha no ano de 2022.

Segundo Alves et al. (2016), devido à grande extensão territorial e diversidade edafoclimática, o Brasil é capaz de produzir várias safras de cebola ao longo do ano. Essas são responsáveis por abastecer quase todo o mercado interno, fazendo com que a importação ocorra ocasionalmente, quando a produção nacional não for capaz de suprir a demanda do mercado, ou quando o preço do produto importado for vantajoso.

O cultivo da cebola concentrava-se principalmente em pequenas propriedades, tendo grande importância socioeconômica, devido a sua grande demanda de mão de obra, ajudando a fixar as famílias dos pequenos proprietários de terra no campo (COSTA, 2002). Atualmente, ainda se tem essa produção em pequenas propriedades, principalmente as de cultivo orgânico, porém, já se tem grandes produtores com produção tecnificada no sistema convencional em Goiás, Bahia, São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco (KURTZ et al., 2013; SANTOS, 2017; TERREZ, 2018).

O consumo de cebola no Brasil é de diferentes formas, predominando *in natura* ou desidratado, porém sua maneira mais comum de consumo é como condimento. De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018 realizada pelo IBGE, a aquisição alimentar domiciliar per capita anual no Brasil é de 3,1 kg (IBGE, 2023).

2.2 Classificação botânica e características gerais

A cebola (*Allium cepa* L.) pertence à família Amaryllidaceae e ao gênero *Allium*, um dos gêneros com maior número de espécies, abrangendo mais de 800 (LI et al., 2010, MASOOD et al., 2023). Entretanto, existem divergências quanto a essa classificação, variando conforme o autor.

Acredita-se que o centro de origem da cebola seja a Ásia Central, possivelmente as regiões do Irã e do Paquistão (KIANIAN et al., 2021). De acordo com Delazari et al. (2019), a cebola tem três possíveis regiões de diversidade: I – Índia, na região de Punjab e Cachemira; II – Ásia menor: Irã e Turcomenistão; III – Mediterrâneo. Porém, alguns autores acreditam que seu centro de origem ainda seja incerto, uma vez que não há registros de cebola selvagem, ou seja, aquela que não passou pelo processo de melhoramento ou seleção natural. Contudo, alguns estudos indicam que sua primeira domesticação ocorreu no sudoeste da Ásia, seguindo para a região do Mediterrâneo (FRITSCH et al., 2010). Os primeiros registros datados da cebola são há 4000 anos a.C. , originários do Egito (BREWSTER, 2008). No mundo, a cebola é uma das hortaliças mais difundidas (MALLOR et al., 2011). No Brasil a introdução desta cultura foi realizada pelos portugueses na região litorânea do Rio Grande do Sul (ALVES et al., 2016).

Existe grande variabilidade dentro da espécie, ocorrendo cultivares adaptadas a quase todas as regiões do mundo e do Brasil, sendo a 3ª cultura hortícola em

importância, após o tomate e a batata (DELAZARI et al., 2019). Assim, de acordo com suas características morfológicas, pode-se dividi-la em três grupos: Grupo *Typicum*, cebolas comuns com maior importância em termos econômicos, apresentam plantas bianuais, de bulbo simples e grande, inflorescência sem bulbinho, sendo plantas quase sempre originadas por sementes; Grupo *Aggregatum*, apresentam bulbos compostos, inflorescência sem bulbinhos, podendo ou não serem estéreis e propagação quase que exclusivamente vegetativa; Grupo *Proliferum*, as cebolas possuem bulbos que as vezes são pouco desenvolvidos e frequentemente não apresentam semente verdadeira, possuindo propagação apenas por bulbinhos (ALVES et al., 2016).

Esta cultura é caracterizada como uma planta herbácea, de tamanho variável, em torno de 60 cm de altura, de ciclo anual (para produção de bulbos) e bianual (para produção de sementes) (ALVES et al., 2016). Suas folhas são tubulares e cerosas, as bainhas foliares formam o pseudocaule. O caule verdadeiro é um disco comprido em formato de prato e se desenvolve na base do bulbo (DELAZARI et al., 2019). O bulbo, parte comestível, são folhas modificadas chamadas de catáfilos, recobertas por películas membranosas. É um órgão de reserva que possui grande capacidade de brotação (ALVES et al., 2016). O sistema radicular pode variar de 40 a 50 cm de profundidade e 30cm de diâmetro. Quando os bulbos atingem a maturidade, as raízes morrem e o pseudocaule tomba, com algumas folhas ainda verdes, processo conhecido como “estalo”, e pode ser considerado o ponto de colheita das cebolas (DELAZARI et al., 2019).

Os métodos de plantio utilizados na cultura da cebola são transplante de mudas, semeadura direta e plantio de bulbinhos (GRANGEIRO et al., 2018). De maneira geral, no sistema de transplante de mudas em canteiros são utilizadas de 250 a 400 mil plantas ha^{-1} e os espaçamentos de 20 a 40 cm entre linhas e variando de 0,075 m a 0,1 m entre plantas (GRANGEIRO et al., 2018; DELAZARI et al., 2019).

No Brasil, o transplante de mudas de raízes nuas, produzidas em canteiro temporário (sementeira), ainda é o método de plantio mais utilizado. Porém, atualmente, muitos produtores têm utilizado o método de semeadura direta, pois é um método que requer menos mão de obra, pois a semeadura é mecanizada (GRANGEIRO et al., 2018).

2.3 Exigências edafoclimáticas

O sucesso do cultivo da cebola está ligado diretamente a escolha do genótipo a ser cultivado e a época de plantio, uma vez que dentro dessa espécie há uma elevada interação genótipo x ambiente (PUIATTI; FINGER, 2018). De acordo com os mesmos autores, deve-se salientar que a cebola por ser uma planta bienal necessita ser exposta a baixas temperaturas em um determinado período (vernalização) para que passe da fase vegetativa para a reprodutiva.

Já para formação dos bulbos, depende principalmente do fotoperíodo, além de ser influenciada pela temperatura. O fotoperíodo é decisivo na bulbificação, sendo que a espécie necessita de dias longos para completar essa fase. Existem alguns catálogos que mencionam “cultivares de dias curtos”, porém é incorreto usar esse termo (DELAZARI et al., 2019).

De modo geral, as cebolas não bulbificam em dias com duração inferior a 10 horas de luz. Em situação de fotoperíodo inferior ao mínimo exigido fisiologicamente, as plantas apenas produzem folhas continuamente e não bulbificam (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, as cultivares produzidas no Brasil são classificadas em três grupos, determinados pelo ciclo e pelo fotoperíodo, sendo eles: Cultivares Precoces: ciclo de 4-5 meses e fotoperíodo mínimo de 10-11 horas de luz; Cultivares Medianos: ciclo de 5-6 meses e fotoperíodo mínimo de 11-13 horas de luz; Cultivares Tardias: ciclo de 6-8 meses e fotoperíodo acima de 13 horas de luz (FILGUEIRA, 2008).

A amplitude de latitude encontrada no território brasileiro, em conjunto com o grande número de cultivares disponíveis, tem permitido o escalonamento do plantio e colheita, permitindo a oferta de cebola ao longo do ano (ALVES et al., 2018).

A temperatura também é um fator importante para a cultura, uma vez que a cebola é considerada uma hortaliça de estação amena, onde a planta na sua fase de maior desenvolvimento pode tolerar até -6°C por um curto período de tempo (PUIATTI; FINGER, 2018). A temperatura ideal para germinação das sementes pode variar de 24 a 35 °C, enquanto para a fase de desenvolvimento vegetativo de 18 a 21 °C.

A temperatura para indução do florescimento vai variar de acordo com a cultivar. De modo geral, para que ocorra a vernalização, as plantas necessitam de temperatura que se encontre entre 2 a 17 °C durante um período de tempo. Após essa fase de indução, a temperatura ótima para o crescimento das plantas e da inflorescência está entre 18 e 25 °C (PUIATTI; FINGER, 2018).

A disponibilidade de água afeta o desenvolvimento da planta e limita a implantação da cultura. A necessidade hídrica da cultura pode variar de 350 a 650 mm, dependendo das condições climáticas, do ciclo e da eficiência do sistema de irrigação adotado (MAROUELLI et al., 2005).

2.4 Tipo de solos

Os solos mais adequados para a cultura são aqueles que apresentam textura média, profundos, com boa drenagem, porém, com boa produção também em solos arenosos, leves, que favoreçam o desenvolvimento do bulbo (DELAZARI et al., 2019). Solos muito argilosos podem dificultar o desenvolvimento do bulbo, podendo ocasionar sua deformação e dificultar a colheita, além de favorecer o encharcamento e, conseqüentemente, o aparecimento de doenças (GRANGEIRO et al., 2018).

É desejável que os solos apresentem adequado teor de matéria orgânica e fertilidade. É importante evitar solos salinos, pois estes podem afetar o desenvolvimento das plantas, provocando decréscimos na produtividade que podem chegar a 50% de perda (COSTA et al., 2007).

Antes da implantação da cultura é necessário que se faça bom preparo do solo, pois o sistema radicular da cebola é superficial, requerendo solo com boa aeração e drenagem, facilitando a penetração e desenvolvimento das raízes. Por isto, geralmente é plantada em canteiros.

2.5 Exigência nutricional

Para um planejamento de estratégias de possíveis correções de acidez e adubação é recomendado que se faça análise de solo para que as quantidades de adubos a serem aplicados possibilitem nutrir adequadamente as plantas. Por ser considerada uma hortaliça sensível à acidez do solo é recomendado fazer a correção através da calagem, de forma a elevar o pH próximo a 6,0 e saturação por bases a 80% e o teor de magnésio superior a $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (TRANI et al., 2014). As diferentes regiões do Brasil adotam diferentes estratégias de adubação ajustadas às condições do solo e clima. De acordo com Trani et al. (2014) e Factor et al. (2018), as quantidades de adubos a serem aplicados no plantio variam de 30 a 60 kg ha⁻¹ de N, 80 a 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 a 160 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura vai

depende do sistema de plantio adotado. No sistema de transplante de mudas, de 80 a 120 kg ha⁻¹ de N e 40 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelado em duas aplicações aos 20 a 30 dias e aos 45 a 55 dias após o transplante (DAT). Já no sistema de semeadura direta, recomenda-se aplicar 80 a 160 kg ha⁻¹ de N e 40 a 160 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelado em 5 aplicações aos 25, 40, 55, 70 e 85 dias após a emergência.

A adubação no sistema de produção orgânico pode ser realizada através de diferentes fontes, como esterco, compostos, torta de filtro, torta de mamona, farinha de ossos, farinha de casco e chifres, vinhaça, entre outros. Isso vai depender do custo e disponibilidade destes produtos na região de produção. A adubação orgânica é importante, pois além de melhorar a fertilidade, atua de forma benéfica sobre as condições físicas e biológicas do solo. Entretanto, deve-se considerar a quantidade de N do adubo orgânico, a fim de evitar desequilíbrios. Recomenda-se aplicar 15 t ha⁻¹ de esterco bovino ou composto orgânico (FACTOR et al., 2018).

Adubações em quantidades excessivas também são prejudiciais à cultura, podendo afetar na formação, sanidade, qualidade e produtividade dos bulbos, como também na conservação pós-colheita e armazenamento. Esse uso excessivo e indiscriminado de fertilizantes e corretivos de acidez são práticas comuns em regiões produtoras, o que tem contribuído para elevar os custos de produção e os desequilíbrios nutricionais (KURTZ et al., 2012; AGUIAR-NETO et al., 2014).

Assim, para definir o manejo da fertilidade do solo, visando melhor explorar o potencial produtivo de cada cultivar, é necessário obter informações sobre extração e exportação de nutrientes pela cebola em diferentes condições de cultivo e para diferentes genótipos, objetivando preservar a qualidade do solo, minimizar custos e aumentar a rentabilidade. Deste modo, são necessários estudos envolvendo a caracterização fenológica e nutricional das cultivares ao longo do ciclo produtivo (MORAES et al., 2018).

2.6 Crescimento e acúmulo de nutrientes

A curva de absorção de nutrientes geralmente segue o padrão de crescimento da planta e acúmulo de massa seca, onde, desconsiderando o conteúdo da água, é possível quantificar e acompanhar o crescimento, desenvolvimento e a contribuição dos órgãos no crescimento total da planta. De acordo com Factor et al. (2018), a absorção e exportação de nutrientes em cebola já foi objeto de estudo de diversos

autores, porém os resultados apresentam variações entre eles. Essas variações podem estar relacionadas às condições edafoclimáticas, cultivar, densidade, época de plantio e manejo da cultura.

Alguns desses estudos identificaram que a cebola possui um padrão de crescimento vegetativo dividido em três fases. No início do ciclo apresenta lento crescimento, onde as folhas e raízes são produzidas continuamente, porém apresentando baixo acúmulo de massa seca. Na fase intermediária o acúmulo de nutrientes é acelerado, caracterizado pelo rápido crescimento foliar e início da bulbificação. Já a terceira fase é caracterizada pelo desenvolvimento completo do bulbo e a redução do desenvolvimento das folhas (AGUIAR NETO et al., 2014; MORAES et al., 2018; NODA, 2018).

Factor et al. (2018) apontam que o crescimento até metade do ciclo é lento, e a partir do início da bulbificação segue um período de acúmulo intenso de massa seca. De acordo com Fayad et al. (2018), este fato pode ser explicado pelo padrão de translocação na relação fonte-dreno, onde o bulbo exige maior requerimento de biomassa, utilizando as reservas contidas principalmente nas folhas, que ocasionalmente diminui sua taxa de crescimento. Haag et al. (1970), trabalhando com a cultivar Baia Periforme em condições de casa de vegetação, observaram que as quantidades de nutrientes absorvidos até 100 dias após a semeadura (DAS) são reduzidas, aumentando substancialmente até os 160 DAS sendo os nutrientes mais absorvidos em porcentagem de massa seca o nitrogênio e o potássio. Resultados obtidos por Pôrto et al. (2006) se aproximam a esses quando se refere ao acúmulo de biomassa seca na planta inteira e bulbo, sendo crescentes até o final do ciclo.

Pôrto et al. (2007) observaram que o crescimento da planta de cebola expresso pelo acúmulo de massa seca apresentou três fases distintas. Na primeira (até 70 dias após a semeadura (DAS)), os acúmulos de massa seca foram lentos, representando 14,3% e 8,6% do total acumulado na parte aérea e bulbo, respectivamente. A segunda fase apresentou forte acúmulo de massa seca da planta, representando 85,7% e 61,0% do total acumulado na parte aérea e bulbo, respectivamente. A terceira fase foi caracterizada pela supressão do crescimento da massa seca das folhas e da desaceleração da massa seca dos bulbos, justificando, no primeiro caso, pela perda da posição de dreno principal para o bulbo e, no segundo caso, pela aproximação da colheita (maturação).

Vidigal et al. (2010) trabalhando com a cultivar Alfa Tropical em condições de

campo, constataram que o nutriente mais absorvido pela planta inteira foi o K, seguido do $N > Ca > S > P > Mg$ e $Fe > Mn > Cu > Zn$, sendo que a máxima absorção para os três primeiros, ocorreu aos 116 DAS. Para Moraes et al. (2018a, 2018b), utilizando as cultivares híbridas Aquarius e Soberana em condições de campo, o K também foi o nutriente mais acumulado nas plantas, seguido do $N > Ca > S > P > Mg$ e $Ca > N > S > P > Mg$, com maior demanda ocorrendo entre 69 e 138 DAS e 61 e 148 DAS, respectivamente.

Conhecer esses dados de absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo, gerados para uma diversidade de cultivares, nos permite a possibilidade de melhorar o entendimento sobre a demanda nutricional em cada etapa do desenvolvimento da planta. Com isso, evita-se a utilização desnecessária de grandes quantidades de fertilizantes, que podem elevar o nível de salinidade superiores ao limite da planta e, também se evitam quantidades abaixo do mínimo necessário para atingir determinadas produtividades (PURQUEIRO, 2010).

Principalmente para o sistema orgânico de produção nota-se escassez de resultados com absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo. Assim, tornam-se mais eficientes as recomendações de adubação, promovendo também uma diminuição no custo de produção, otimizando mão-de-obra e elevando a produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e descrição da área experimental

O experimento foi desenvolvido em Botucatu, SP, durante o período de 17 de junho a 11 de novembro de 2021, no Sítio Alvorada Orgânicos (Figura 1), situado no Bairro Demétria, em área de produção orgânica de hortaliças certificada pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD) por mais de 13 anos. A área se encontra nas coordenadas geográficas 22° 56' 56" de latitude Sul, 48° 23' 47" de longitude Oeste e altitude de 810m. Em relação ao histórico de plantio da área utilizada, estão o cultivo de cenoura, cebola e batata inglesa.

Figura 1 - Imagem via satélite da Alvorada Orgânicos e da área de plantio da cebola.



Fonte: Google Earth. Imagem de 27/11/21.

3.2 Características edafoclimáticas e análise do solo

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima da região pertence ao grupo Cfa, caracterizado pelo clima temperado quente úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, com período de chuvas concentradas de outubro a março. A precipitação anual é de aproximadamente 1.428 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

Durante o período do experimento, foram coletados dados de temperatura mínima, média e máxima e precipitação pluvial, da estação meteorológica (modelo CR23X) localizada na Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, campus de Botucatu, localizada nas coordenadas geográficas 22° 50' 48" de latitude Sul e 48° 26' 06" de longitude Oeste e altitude de 818m. As médias das temperaturas mínima, média e máxima do ar foram de 15,0; 19,9 e 26,5 °C, respectivamente (Tabela 1) e as diárias encontram-se na Figura 2. A precipitação pluvial total foi de 406,1 mm (junho: 0,0 mm; julho: 16,8 mm; agosto: 21,8 mm; setembro: 9,4 mm; outubro: 197,6 mm; novembro: 160,5) (Figura 3). Também foram coletados dados de horas de luz durante o período de realização do estudo (Tabela 2).

Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 3).

Tabela 1 - Médias de temperatura mínima, média e máxima mensal do município de Botucatu - SP durante o período de junho a novembro de 2021.

Mês	Temperatura do ar (°C)		
	Mínima	Média	Máxima
Junho	13,5	17,7	22,8
Julho	11,3	16,9	23,3
Agosto	15,0	20,1	26,5
Setembro	17,0	22,9	30,7
Outubro	16,0	19,9	25,9
Novembro	17,0	22,0	30,0
Média	15,0	19,9	26,5

Figura 2 - Temperatura mínima, média e máxima diária do município de Botucatu - SP durante o período de junho a novembro de 2021.

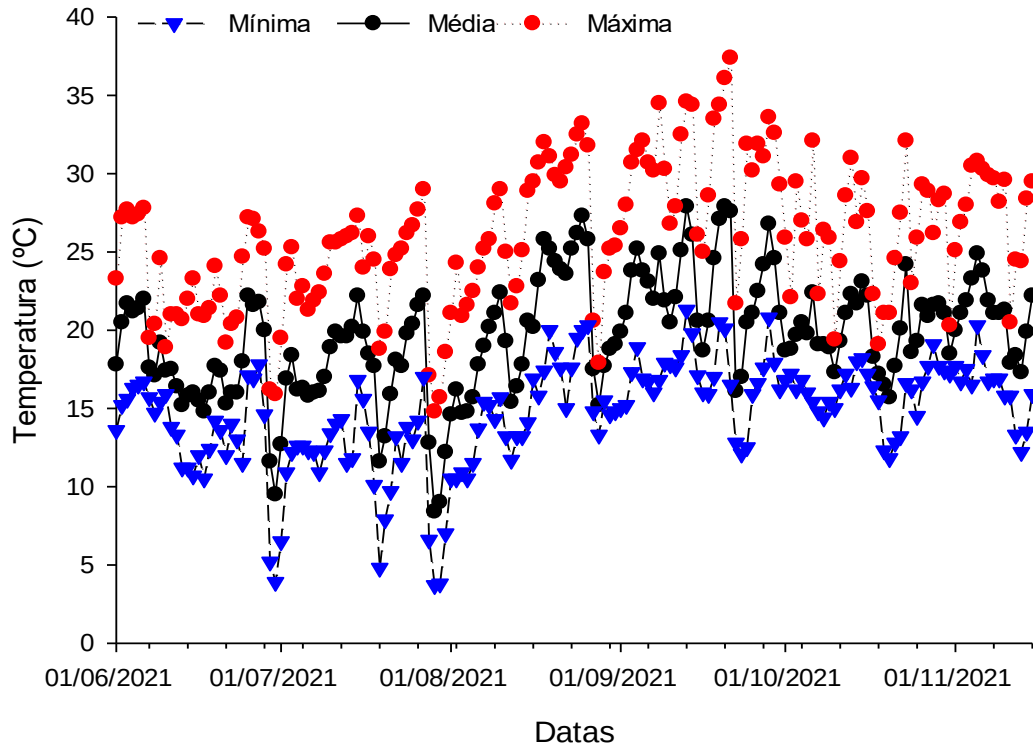


Figura 3 - Precipitação pluvial na estação experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Botucatu - SP, durante o período de junho a novembro de 2021.

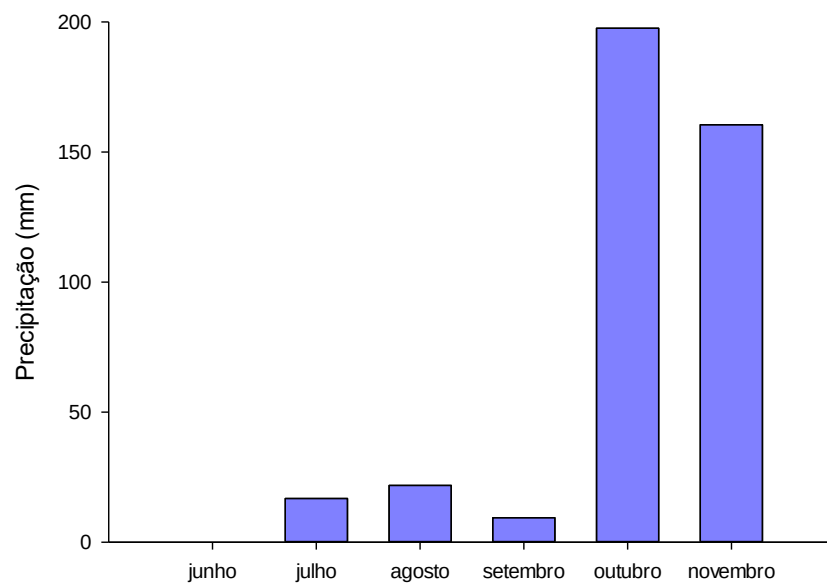


Tabela 2 – Médias de horas de luz mensal do município de Botucatu – SP durante o período de junho a novembro de 2021.

Mês	Horas de luz (média)
Junho	10,8
Julho	10,9
Agosto	11,3
Setembro	12,0
Outubro	12,6
Novembro	13,2

Fonte: Nascerepordosol (2023).

Tabela 3 - Resultados da análise química do solo da área.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	Na	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-	g/dm ³	mg/dm ³	mmol/dm ³				mmol/dm ³				%	mg/dm ³					
5,4	19	59	0	20	-	3,9	22	8	34	54	63	16	0,38	1,8	88	5,6	3,1

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Os tratamentos foram as épocas de avaliação: 15, 28, 42, 56, 69, 83, 96 e 111 dias após o transplante (DAT), sendo avaliadas também as mudas no dia do transplante (0 DAT). A área experimental foi composta por seis canteiros de 72 m de comprimento por 1,0 m de largura, sendo os quatro canteiros centrais considerados como quatro blocos e, em cada época, foram amostradas as plantas das linhas centrais de cada parcela. A semeadura foi realizada no dia 17/06/2021 e o transplante no dia 22/07/2021 (35 dias após a semeadura - DAS).

3.4 Descrição da cultivar

Foi utilizada a cultivar Baia Periforme Super Precoce da empresa Isla Sementes®. A descrição da cultivar segue na Tabela 4.

A cultivar apresenta excelente uniformidade dos bulbos, é altamente produtiva e super precoce. Possui sabor diferenciado e menos pungente em relação as outras cebolas. É tolerante à Raiz Rosada e Fusarium.

Tabela 4 - Descrição da cultivar Baia Periforme Super Precoce.

Baia Periforme Super Precoce	
Características	
Anuidade	Anual
Ciclo inverno (dias)	165
Tipo dos bulbos	Globular alongado
Tipo das folhas	Escamiformes, em camadas
Cor dos bulbos (casca)	Amarela
Cor das folhas	Verde escura
Cor das flores	Branca ou Roxa
Cor da polpa	Branca
Comprimento ou altura	7 -9 cm
Diâmetro	6 - 8 cm
Peso	160 - 250g

Fonte: Isla Sementes® (2023).

3.5 Produção de mudas de raízes nuas

O plantio foi com mudas de raízes nuas, produzidas em canteiros (“berçário”) medindo 1,0 x 10 m (Figura 4). As sementes foram dispostas a lanço linearmente em três linhas. Para a adubação do berçário aplicou-se 150g m⁻² de composto orgânico (e 60g m⁻² de torta de mamona no mesmo dia da semeadura, o equivalente a 43,71 kg ha⁻¹ de N; 28,32 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 27,75 kg ha⁻¹ de K₂O; 26,28 kg ha⁻¹ de Ca; 13,59 kg ha⁻¹ de Mg e 4,32 kg ha⁻¹ de S. Foi realizada uma aplicação de torta de mamona em cobertura aos 21 DAS (60g m⁻²), equivalente a 26,46 kg ha⁻¹ de N; 8,82 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 4,20 kg ha⁻¹ de K₂O; 9,18 kg ha⁻¹ de Ca; 6,54 kg ha⁻¹ de Mg e 1,32 kg ha⁻¹ de S.

Figura 4 - Berçário e mudas da cultivar Baia Periforme Super Precoce no dia do transplante (35 DAS).



O plantio das mudas ocorreu no dia 22 de julho de 2021, 35 DAS, quando essas apresentaram de 4 a 8 mm de diâmetro de pseudocaule ou 3 ou 4 folhas. O espaçamento adotado foi de 0,25 m entre linhas e 0,08 m entre plantas.

3.6 Instalação e condução do experimento

Para o preparo de solo foi feito primeiramente aração, seguido de gradagem e levantamento dos canteiros com o auxílio da enxada rotativa rotoencanteiradora. A calagem foi realizada pelos produtores do Sítio Alvorada visando aumentar a saturação por bases do solo a 80% seguindo a recomendação de Trani et al. (2014) para a cultura. Foi aplicado 1,02 t ha⁻¹ de calcário calcítico.

Para o estado de São Paulo existem as recomendações de adubação de Trani et al. (2014, 2022) para a cultura da cebola, porém, as adubações (produção de mudas, plantio e cobertura) foram realizadas seguindo o manejo empregado pelos produtores. Assim, para o cálculo da quantidade aplicada de cada nutriente, amostras dos fertilizantes orgânicos foram encaminhadas para análise química no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu - SP (Tabela 5).

A adubação de plantio foi realizada aplicando uma mistura 4:1 (200 g m⁻²) de termofosfato Yoorin® + farinha de ossos e torta de mamona (120 g m⁻²). Foram aplicados o equivalente a 72,12 kg ha⁻¹ de N; 630,84 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 22,4 kg ha⁻¹ de

K₂O; 574,56 kg ha⁻¹ de Ca; 186,08 kg ha⁻¹ de Mg e 82,64 kg ha⁻¹ de S.

Tabela 5 - Resultado da análise química dos fertilizantes utilizados.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅ total	P ₂ O ₅ AC	K ₂ O ₅	Ca	Mg	S	Umidade	M.O
	* % (ao natural)								
Torta de mamona (plantio)	4,41	1,47	-	0,70	1,53	1,09	0,22	6	79
Torta de mamona (cobertura)	5,67	1,76	-	0,79	0,95	0,43	0,25	11	76
Composto	1,15	1,30	-	1,57	1,14	0,47	0,20	30	33
Termofosfato Yoorin®	-	17,00	16,00	-	19,00	8,00	-	-	-
Pó de serra	0,21	ND	-	0,60	0,19	0,23	0,01	6	78
Farinha de ossos (plantio)	0,96	13,66	-	0,70	8,81	0,65	4,00	14	11
Farinha de ossos (cobertura)	1,12	13,53	-	0,67	10,15	0,73	3,43	15	10
Fertilizante	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Rel. C/N	pH	C.O
	* mg/kg (ao natural)							ao natural	seca
Torta de mamona (plantio)	244	-	11	989	51	5	10/1	6,1	47
Torta de mamona (cobertura)	179	-	12	1402	93	57	7/1	6,0	47
Composto	1322	-	150	9790	324	137	16/1	8,2	26
Termofosfato Yoorin®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pó de serra	170	-	ND	3393	45	19	177/1	4,0	46
Farinha de ossos (plantio)	3406	-	82	19082	414	279	6/1	6,2	7
Farinha de ossos (cobertura)	3349	-	89	16061	377	257	5/1	7,5	7

A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes. Na primeira, 28 DAT, aplicou-se 163 g m⁻² de torta de mamona e 200 g m⁻² de pó de serra (OLUCHUKWU et al., 2018). Na segunda, 57 DAT, aplicou-se 63 g m⁻² de farinha de ossos e 8,4 g m⁻² de sulfato de potássio (50% K₂O e 17% S). Na terceira, 96 DAT (Figura 5), aplicou-se 42 g m⁻² de uma mistura 1:1 de sulfato de potássio e farinha de ossos. Ao total foram aplicados em cobertura o equivalente a 108,38 kg ha⁻¹ de N; 170,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 283,91 kg ha⁻¹ de K₂O; 125,86 kg ha⁻¹ de Ca; 19,27 kg ha⁻¹ de Mg e 267,09 kg ha⁻¹ de S.

Os tratos culturais até a colheita seguiram as recomendações técnicas, conforme Kurtz et al. (2013). O controle de plantas espontâneas foi realizado manualmente. Por mais que precipitação durante os meses de realização da pesquisa esteve dentro do recomendado para a cultura da cebola, foi realizada irrigação por aspersão durante todo o ciclo da cultura, quando necessário, sendo interrompida 15 dias antes da colheita.

A colheita dos bulbos foi realizada aos 111 DAT (08/11/2021) (Figura 6), quando as plantas apresentaram sinais de maturação fisiológica, identificado pelo tombamento ou estalo das plantas, devido ao murchamento do pseudocaule (KURTZ et al., 2013).

Figura 5 – Terceira adubação em cobertura (96 DAT) com sulfato de potássio e farinha de ossos.



Figura 6 - Colheita dos bulbos (111 DAT) (A); Bulbo colhido (B).



3.7 Características avaliadas

As avaliações iniciaram no dia 20/07/2021, aos 0 DAT (transplante das mudas). A cada avaliação foram coletadas plantas das duas linhas centrais de plantio de cada canteiro. Foram coletadas somente plantas “competitivas”, isto é, sem falhas no estande ao redor.

Nas duas primeiras coletas, 0 e 15 DAT, foram coletadas 50 plantas em cada parcela (devido ao reduzido tamanho), o que poderia influenciar na quantidade de massa seca para análise de teores do tecido vegetal. Da terceira a última avaliação, foram coletadas 10 plantas por parcela. A última avaliação ocorreu aos 111 DAT, quando mais de 80% das plantas estavam no ponto de colheita (estaladas).

As plantas coletadas foram levadas ao laboratório de análise de plantas do Departamento de Produção Vegetal, setor Horticultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), UNESP, Campus de Botucatu - SP.

As plantas foram lavadas em água corrente, a fim de retirar a maior quantidade de solo presente, em seguida foram imersas em mistura de água deionizada com detergente neutro (5%), e por fim enxaguadas em água deionizada (SARRUGE; HAAG, 1974). Não foram avaliadas as raízes das plantas, pois houve perda de material durante a colheita. De acordo com a bibliografia consultada, as raízes não apresentam acúmulo expressivo de macronutrientes (não atingindo nem 5% do total acumulado pela planta inteira), sendo quase imperceptíveis comparando com as demais partes da planta quando analisados os dados de acúmulo destes nutrientes (MORAES et al., 2016, 2018).

3.7.1 Número de folhas

Realizado em laboratório, por meio da contagem de todas as folhas.

3.7.2 Comprimento da parte aérea

O comprimento da parte aérea foi determinado com o auxílio de uma régua graduada da base das folhas até a extremidade da maior folha verde de cada planta, expresso em cm.

3.7.3 Diâmetro transversal e longitudinal do bulbo

Os diâmetros foram medidos com o auxílio de um paquímetro digital a partir dos 69 DAT, expresso em cm.

3.7.4 Massa fresca da parte aérea, bulbos e planta inteira

Após a lavagem e secagem sob papel absorvente, as plantas foram separadas em parte aérea (PA) e bulbos. Cada parte foi pesada separadamente (g planta^{-1}), com exceção das duas primeiras coletas (0 e 15 DAT), devido à ausência de bulbos, a massa fresca de parte aérea foi determinada pesando todas as plantas juntas e posteriormente os valores obtidos foram divididos pelo número de plantas (50). A partir dos 69 DAT, a massa fresca da planta inteira foi calculada pela soma da massa fresca da parte aérea e massa fresca do bulbo, expressa em g planta^{-1} .

3.7.5 Massa seca da parte aérea, bulbos e planta inteira

Após a avaliação da massa fresca, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel, já os bulbos foram cortados e acondicionados em bandejas de alumínio para serem secos em estufa com circulação de ar forçado, na temperatura de 65°C , até que atingissem massa constante. Após a secagem, foi determinada a massa seca em balança analítica, expresso em g planta^{-1} .

3.7.6 Teores de macronutrientes

As diferentes partes da planta (parte aérea e bulbo) foram moídas em moinho tipo Willey para serem analisadas quimicamente seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), sendo: N por Digestão Sulfúrica; P, K, Ca, Mg e S por Digestão Nitro-periclórica. Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu - SP, para determinação dos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) no tecido vegetal e os resultados foram expressos em g kg^{-1} de massa seca.

3.7.7 Acúmulo de nutrientes

O acúmulo de nutrientes foi determinado em cada parte da planta através da equação descrita a seguir.

$$Ac = \frac{MMS \cdot T}{1000}$$

Onde:

Ac = acúmulo de nutriente (g planta^{-1})

MMS = quantidade de massa seca da parte correspondente (g planta^{-1})

T = teor de cada nutriente no tecido vegetal (g kg^{-1} de massa seca)

O acúmulo na planta inteira foi determinado pela soma do acúmulo da parte aérea e do bulbo para cada nutriente e os resultados foram expressos em g planta^{-1} .

3.7.8 Taxa de acúmulo diário de nutrientes

As taxas de acúmulo diário de nutrientes foram calculadas a partir do acúmulo estimado de cada nutriente. Estas foram obtidas por meio da subtração entre valores de acúmulo estimado de duas avaliações seguidas, sendo o valor da avaliação anterior subtraído do valor da avaliação seguinte. O cálculo foi feito até os 111 DAT, com resultado expresso em $\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (MORAES et al., 2018).

3.7.9 Produtividade, extração e exportação de nutrientes

A produtividade foi determinada pela multiplicação da massa fresca (g) dos bulbos da última avaliação (111 DAT) pelo número de plantas por hectare (350.000). O valor foi expresso em kg ha^{-1} .

A extração de nutrientes foi calculada multiplicando os valores de acúmulo de nutrientes total na planta aos 111 DAT pelo número total de plantas em um hectare. O valor foi expresso em kg ha^{-1} .

A exportação de nutrientes foi calculada da mesma maneira que a extração, porém utilizou-se o valor de acúmulo apenas nos bulbos aos 111 DAT.

3.8 Análise dos resultados

Todas as características avaliadas foram submetidas à análise de variância e quando significativo foi aplicado análise de regressão a 5% de probabilidade, utilizado o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

Para análise da fenologia e acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo, foram utilizados modelos de regressão construídos no Sigmaplot 14.0 (SYSTAT

SOFTWARE INC., 2011), onde foram testados grupos de equações contendo três e quatro parâmetros.

O padrão de crescimento da cebola segue uma curva sigmóide, ou em formato de S, durante seu ciclo (LEE, 2010). Assim, para as características número de folhas, comprimento da parte aérea, diâmetro longitudinal e transversal dos bulbos, acúmulo de massa fresca e massa seca, acúmulo de macronutrientes na parte aérea, bulbo e planta inteira) foi utilizado o modelo de regressão não linear sigmoidal com três parâmetros descrito a seguir.

$$Y = \frac{a}{1 + e - \left(\frac{x-x_0}{b}\right)}$$

Onde:

a = ponto de máximo da curva

b = parâmetros de ajuste

x_0 = ponto de inflexão

Seguindo a descrição de Lee (2010), sobre o padrão de crescimento da cebola e analisando as diversas pesquisas onde a maioria dos autores utilizaram o modelo de regressão não linear sigmoidal com três parâmetros, as equações para ajuste dos dados foram definidas de acordo com a melhor significância biológica, ajuste estatístico (teste F) e coeficiente de determinação (R^2).

De acordo com Moraes et al. (2016), os pontos de inflexão (x_0) das curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal correspondem aos momentos em que ocorreram as taxas máxima de acúmulo diário de nutrientes. Já para os períodos de maior acúmulo de massa fresca e massa seca e de maior demanda de nutriente pela planta e suas partes, foram determinados através dos pontos de curvatura mínima (PC_{min}) e máxima (PC_{max}) nos modelos sigmoidais, calculados de acordo com método citado por Venegas et al. (1998), utilizando os parâmetros das equações não lineares:

$$PC_{min} = x_0 - 2b$$

$$PC_{max} = x_0 + 2b$$

O PC_{min} indica o momento na curva de acúmulo em que se iniciam ganhos significativos de massa fresca, massa seca e macronutrientes. Já o PC_{max} indica o momento em que o acúmulo começa a se estabilizar (VENEGAS et al., 1998).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

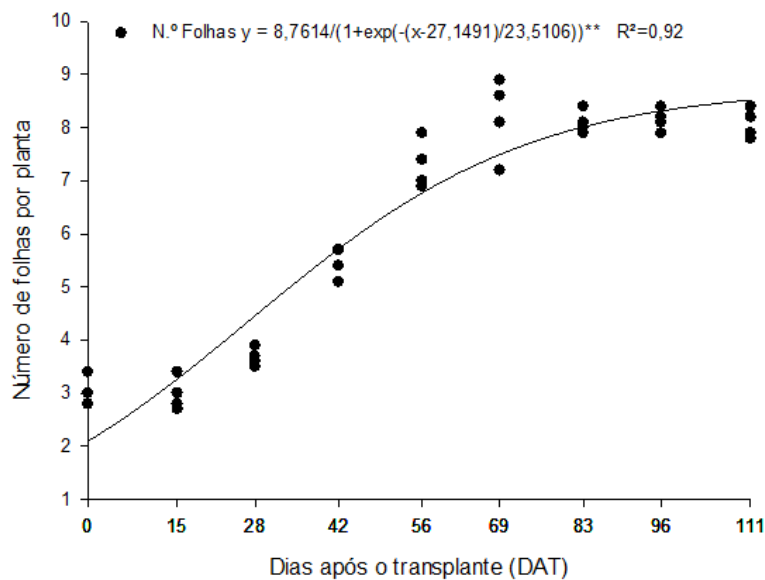
4.1 Número de folhas, comprimento de parte aérea e diâmetro do bulbo.

O número de folhas apresentou aumento desde o dia do transplante (0 DAT) até os 69 DAT, período em que as plantas atingiram o número máximo de 8 folhas por planta e, posteriormente, apresentou tendência de estabilização até a colheita (Figura 7). Moares et al. (2016), avaliando a cultivar híbrida Aquarius sob semeadura direta em cultivo convencional, observaram o maior número de folhas (12) a partir dos 120 DAS, e depois estabilizando até a colheita (148 DAS). Moraes et al. (2018), avaliando a cultivar híbrida Soberana, observaram aumento ao longo do ciclo, apresentando 11 folhas até a colheita (148 DAS). Menezes Júnior et al. (2013), avaliando a cultivar Epagri 352 - Bola Precoce em sistema de produção convencional e orgânica com uso de biofertilizantes, observaram maior número de folhas por planta no sistema convencional (10,5 folhas por planta), enquanto as plantas sob manejo orgânico aos 108 DAT, apresentavam em 7,8 folhas, valor semelhante ao observado neste trabalho.

A avaliação dessa característica fenológica durante o ciclo pode ser utilizada para acompanhar o desenvolvimento da planta, e auxiliar na distribuição adequada dos nutrientes em épocas e regiões em que o cultivo pode ser afetado por diferenças climáticas que interfiram na duração do ciclo produtivo (MORAES et al., 2018).

O comprimento de parte aérea (Figura 8) apresentou tendência semelhante a observada para número de folhas. O crescimento foi intenso até os 69 DAT, aproximadamente 90% do maior valor estimado atingido aos 111 DAT (51,0 cm).

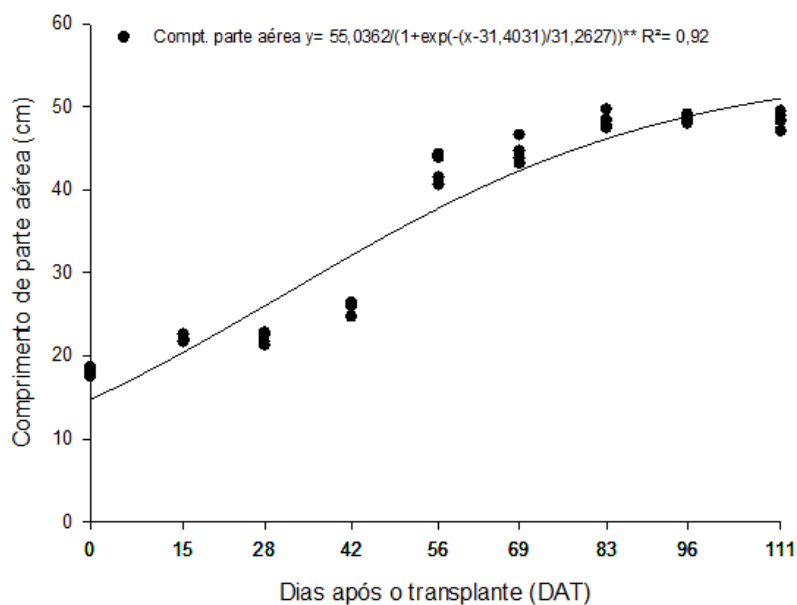
Figura 7 - Número de folhas por planta de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



** - Significativo a 1%

● - Média amostrada

Figura 8 - Comprimento da parte aérea das plantas de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante (DAT).



** - Significativo a 1%

● - Média amostrada

Os diâmetros dos bulbos foram avaliados a partir dos 69 DAT (Figura 9), pois a bulbificação das plantas iniciou entre 56 e 69 DAT, sendo que nem todas as plantas bulbificaram ao mesmo tempo, o que é comum nesta cultivar que é de polinização

aberta e, portanto, apresenta variabilidade genética para esta característica. Aos 69 DAT as médias observadas foram de 3,6 cm de diâmetro longitudinal (DL) e 2,6 de diâmetro transversal (DT). O DT teve considerável aumento durante o início da bulbificação até 84 DAT, seguido de uma desaceleração no aumento. Já o DL apresentou aumento contínuo até os 111 DAT (Figura 9).

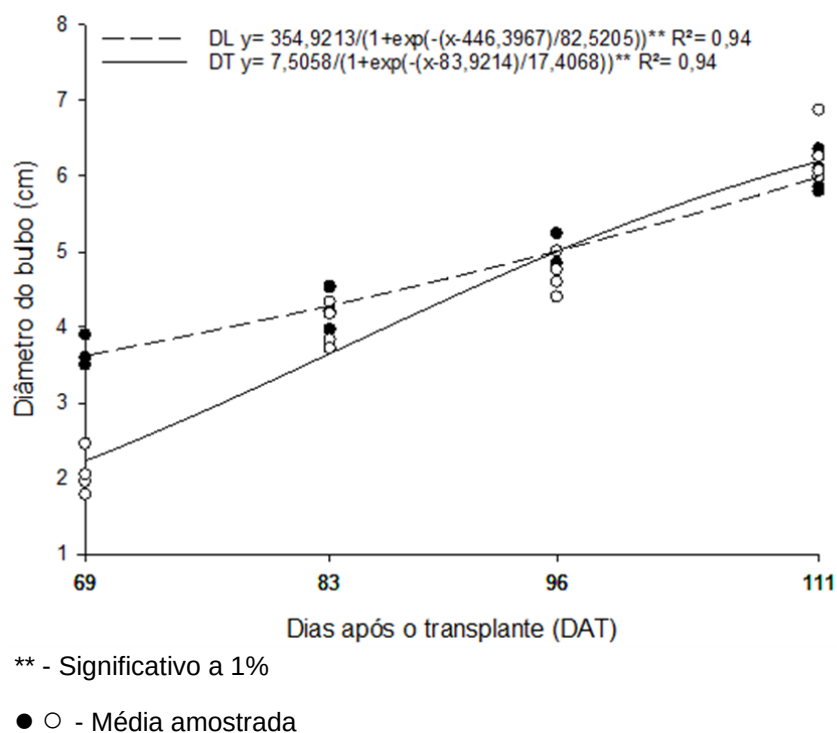
Devido as características genéticas de formato de bulbo arredondado para a cultivar utilizada, ao final do ciclo os diâmetros longitudinal e transversal foram próximos, com valores estimados de 6,0 e 6,2 cm, respectivamente. De acordo com o catálogo da empresa, espera-se ao final do ciclo de cultivo diâmetro entre 6 e 8 cm, ou seja, foram obtidos bulbos com tamanho dentro do esperado para a cultivar. De acordo com as normas para classificação da cebola, elaborada pelo Centro de Qualidade em Horticultura – CEAGESP (2001), os bulbos obtidos são classificados como Classe 3 cheio (maior que 6,0cm a 7,0cm). Segundo Ikeda et al. (2020), as cebolas são selecionadas com base no diâmetro do bulbo. A classe 3 é considerada como a ideal para comercialização (SILVA, GALLO, GUIMARÃES, 2022), já que o mercado tem maior aceitação por bulbos com diâmetro entre 5,0 e 7,0 cm, sendo a preferência do consumidor (WEINGARTNER et al., 2018; LACERDA et al., 2022).

Bettoni et al. (2013), avaliando o crescimento e produção de cebola em sistema orgânico em plantio fora de época (janeiro - agosto) no município de Pinhais – Paraná, observaram no final do ciclo (99 DAT) para as cultivares Alfa São Francisco – RT, Alfa São Francisco – Ciclo VIII, Alfa Tropical, Vale Ouro IPA-11, BR-23, Franciscana IPA-10 e Brisa IPA-12, diâmetro do bulbo de 4,6; 4,4; 3,8; 3,7; 3,0; 2,8; 2,7 cm, respectivamente, ou seja, valores inferiores aos obtidos na presente pesquisa. Porém, Silva et al. (2022), avaliando a capacidade produtiva e adaptabilidade de diferentes cultivares de cebola, em bases agroecológicas, nas condições edafoclimáticas da região da Grande Dourados, MS, observaram para cultivar Baia Periforme Precoce diâmetro de bulbo de aproximadamente 6,9 cm, e para Baia Precoce 7,4 cm.

O desenvolvimento do bulbo é controlado pelo fotoperíodo e pode diferir entre as cultivares de cebola (IKEDA et al., 2019; GABRIEL et al., 2022). A cultivar estudada é classificada no grupo precoce, necessitando no mínimo de 10-11 horas por dia de luz. Na tabela 2 é possível verificar que as médias mensais de horas de luz no período em que foi desenvolvido o trabalho foram adequadas para que a cultivar pudesse bulbificar, corroborando com o descrito anteriormente pelos autores. Segundo Oliveira et al. (2009), quando iniciada a fase de crescimento do bulbo há paralização do

crescimento das folhas. Portanto, o tamanho do bulbo na colheita é muito influenciado pelo tamanho e pelo número de folhas ao início da bulbificação. Assim, para que ocorra o estímulo do fotoperíodo é importante que a planta tenha atingido determinado grau de crescimento para que esteja apta a produzir bulbo grande e bem formado, atingindo o potencial genético da cultivar. Analisando os dados é possível afirmar que o desenvolvimento máximo da parte aérea (número de folhas e comprimento de parte aérea) ocorreu aos 69 DAT, período em que foi observado o início da bulbificação, com aumento dos diâmetros longitudinal e transversal (Figuras 7, 8 e 9), que já apresentavam significativo incremento no tamanho, corroborando com a descrição dos autores.

Figura 9 - Diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) dos bulbos de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



4.2 Acúmulo de massa fresca e seca

Os maiores ganhos de massa fresca de parte aérea iniciaram aos 36 DAT (Figura 10). A partir dos 63 DAT esses ganhos começaram a estabilizar. Nesse intervalo as folhas acumularam $23,1 \text{ g planta}^{-1}$, equivalente a 79 % do total estimado (Tabela 6). A partir desse período até a colheita, o ganho de massa fresca para parte

aérea tendeu a estabilizar (Figura 10). Moraes et al. (2016; 2018), no município de Santo Antônio da Posse – SP, encontraram comportamento semelhante ao deste trabalho, onde, dos 73 aos 116 DAS, a cultivar Aquarius acumulou 246,3 g planta⁻¹ (77% do estimado) e dos 75 aos 113 DAS para a cultivar Soberana o acúmulo foi de 195,8 g planta⁻¹ (76% do estimado). Para os valores máximos ao fim do ciclo de cultivo (148 DAS), as cultivares híbridas Aquarius e Soberana acumularam, respectivamente, 320,5 e 255 g planta⁻¹, valores estes superiores ao encontrado para a cultivar Baia Periforme Super Precoce. É importante ressaltar que o acúmulo de massa fresca é influenciado por vários fatores (genótipo, fotoperíodo, temperatura, irrigação e nutrição do solo) que podem interagir entre si e variar de acordo com as condições locais e o manejo específico de cada lavoura (OLIVEIRA et al., 2014; PUIATTI; FINGER, 2018). Já Vidigal et al. (2010), estudando a cultivar Alfa Tropical em sistema de transplante de mudas, observaram que o acúmulo de massa fresca da parte aérea foi lento até 74 DAS, atingindo valor máximo de 53,73 g planta⁻¹ aos 108 DAS, porém, devido a senescência das folhas houve uma redução de 33% até o final do ciclo (129 DAS), diferentemente do encontrado nesta pesquisa, onde o número de folhas foi constante até o fim do ciclo (Figura 7).

Tabela 6 - Massa fresca, percentual de massa fresca acumulado em relação ao total da parte aérea, bulbo, planta inteira e percentual relativo do bulbo ao total acumulado em plantas de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante em sistema orgânico de produção.

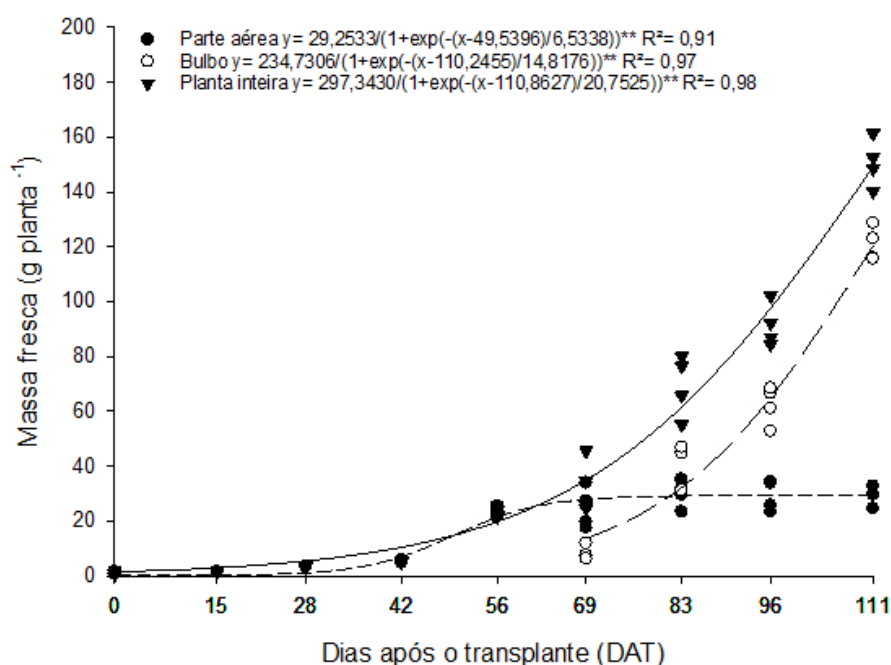
DAT ⁽¹⁾	Massa fresca (g planta ⁻¹)						
	Parte aérea	(%)	Bulbo	(%)	Planta inteira	(%)	Bulbo x Planta inteira (%)
0	0,01	0,05	-	-	1,41	0,95	-
15	0,15	0,50	-	-	2,90	1,94	-
28	1,04	3,57	-	-	5,38	3,61	-
42	7,01	23,98	-	-	10,39	6,97	-
56	21,32	72,89	-	-	19,73	13,23	-
69	27,83	95,15	13,67	11,36	34,90	23,40	9,16
83	29,08	99,41	32,20	26,76	61,57	41,28	21,59
96	29,23	99,93	64,92	53,94	97,59	65,43	43,52
111	29,25	100,00	120,35	100,00	149,16	100,00	80,39

⁽¹⁾ DAT = Dias após o transplante

Após os 69 DAT, o acúmulo de massa fresca do bulbo intensificou-se até a colheita (111DAT), atingindo 120,35 g planta⁻¹ (Figura 10). Vidigal et al. (2010) verificaram lento acúmulo de massa fresca para o bulbo até os 88 DAS para a cultivar Alfa Tropical e, posteriormente, uma intensificação até o final do ciclo, atingindo 52,93

g planta⁻¹, valor este inferior ao encontrado neste trabalho. Rodrigues et al. (2006), estudando a cultivar Baia Periforme, obtiveram massa fresca do bulbo de 22,15 g planta⁻¹ no sistema orgânico e 44,65 g planta⁻¹ no sistema convencional. Ricci et al. (2014), estudando o cultivo orgânico de dez cultivares de cebola na Baixada Fluminense, obtiveram massa fresca do bulbo de 81,8 g planta⁻¹ para cultivar Baia Periforme. Ou seja, para os autores mencionados anteriormente os valores de massa fresca do bulbo obtidos ao fim do ciclo de cultivo foram inferiores ao desta pesquisa. Bettoni et al. (2016), avaliando a absorção de nutrientes em sistema orgânico, encontraram valores semelhantes ao desta pesquisa ao fim do ciclo de cultivo de 109,5; 116; 103,9 e 117,2 g planta⁻¹ para as cultivares Vale Ouro IPA-11; Alfa Tropical; Alfa São Francisco - RT e BR-29, respectivamente. Já para a cultivar Epagri 363 Superprecoce o acúmulo de massa fresca do bulbo foi superior ao encontrado neste trabalho, sendo 170 g planta⁻¹ aos 140 DAT (KURTZ et al., 2020).

Figura 10 - Acúmulo de massa fresca da parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



** - Significativo a 1%

● ○ ▼ - Média amostrada

No início do ciclo o acúmulo de massa fresca na planta inteira foi lento.

Observou-se que até os 42 DAT as plantas acumularam apenas 6,97% (10,39 g planta⁻¹) da massa fresca observada no final do ciclo de cultivo (Tabela 6). A partir dos 69 DAT, foram observados os maiores ganhos, que se estenderam até a colheita (111 DAT), alcançando 149,16 g planta⁻¹ (Figura 10).

Vidigal et al. (2010), estudando a cultivar Alfa Tropical, observaram que até aos 74 DAS as plantas alcançaram menos de 10% da massa total da planta. Após esse período houve intenso incremento até a colheita (129 DAS), observando 90,40 g planta⁻¹. Moraes et al. (2016; 2018), estudando as cultivares Aquarius e Soberana, observaram que até aos 64 DAS as plantas acumularam apenas 6% (31,1 g planta⁻¹) e 5% (23,9 g planta⁻¹) do total observado ao final do ciclo, respectivamente. Com o aumento da produção das folhas e início da bulbificação, o acúmulo se intensificou até os 135 e 131 DAS, acumulando 80% (435,5 g planta⁻¹) e 79% (351,1 g planta⁻¹), respectivamente. Nestes trabalhos os autores observaram situações de acúmulo lento durante o período inicial do ciclo, o que também ocorreu com a cultivar do presente estudo, porém em distintos períodos e valores, já que as cultivares e o período dos cultivos não foram iguais.

O acúmulo de massa seca da parte aérea apresentou três fases distintas (Figura 11). Na primeira, até os 31 DAT, o acúmulo foi lento, o equivalente a 11,7% (0,28 g planta⁻¹) do valor máximo estimado. A partir desse período se iniciou a segunda fase, caracterizada por uma intensificação no acúmulo. Até os 62 DAT o ganho foi de 2,11 g planta⁻¹, o equivalente a 88% do valor máximo estimado. A terceira fase foi caracterizada pela estabilização do acúmulo, que se iniciou aos 63 DAT. O valor máximo estimado foi de 2,43 g planta⁻¹ aos 111 DAT (Figura 11). De acordo com Fayad et al. (2018), este fato pode ser explicado pelo padrão de translocação na relação fonte-dreno, onde o bulbo exige maior requerimento de biomassa, utilizando as reservas contidas principalmente nas folhas, que ocasionalmente diminui sua taxa de crescimento.

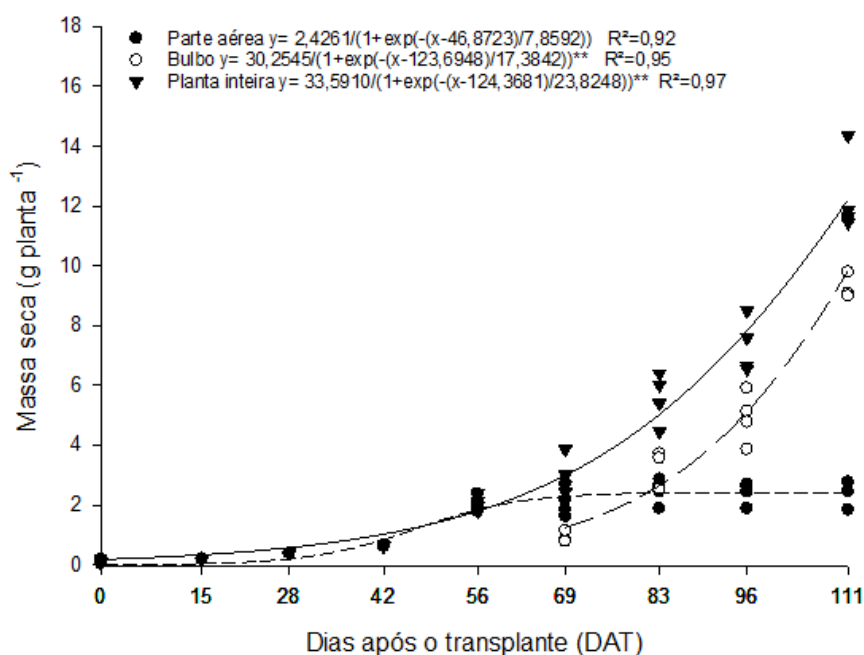
Estes resultados coincidem com trabalhos desenvolvidos com outras cultivares, sistemas de produção e regiões geográficas, onde foram observadas baixas taxas de acúmulo de massa seca nas fases iniciais da cultura, seguidos de um rápido crescimento e acúmulo de massa seca numa fase intermediária. Os autores também relatam um decréscimo do acúmulo de massa seca da parte aérea em uma terceira fase e um aumento significativo da massa seca dos bulbos (VIDIGAL et al., 2010; AGUIAR NETO et al., 2014; MORAES et al., 2018; NODA, 2018).

Tabela 7 - Massa seca, percentual de massa seca acumulado em relação ao total da parte aérea, bulbo, planta inteira e percentual relativo do bulbo ao total acumulado em plantas de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante em sistema orgânico de produção.

DAT ⁽¹⁾	Massa seca (g planta ⁻¹)						
	Parte aérea	(%)	Bulbo	(%)	Planta inteira	(%)	Bulbo x Planta inteira (%)
0	0,01	0,2	-	-	0,18	1,48	-
15	0,04	1,7	-	-	0,34	2,77	-
28	0,20	8,2	-	-	0,58	4,74	-
42	0,85	34,6	-	-	1,03	8,41	-
56	1,85	75,2	-	-	1,80	14,78	-
69	2,29	93,2	1,25	12,68	2,99	24,55	10,23
83	2,40	97,8	2,66	26,99	5,03	41,24	21,77
96	2,42	98,6	5,11	51,93	7,83	64,19	41,89
111	2,46	100,0	9,84	100,00	12,20	100,00	80,66

(1) DAT = Dias após o transplante

Figura 11 - Acúmulo de massa seca da parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



** - Significativo a 1%

● ○ ▼ - Média amostrada

O acúmulo de massa seca no bulbo foi crescente até os 111 DAT, com valor máximo estimado de 9,84 g planta⁻¹ aos 111 DAT. Na colheita, a parte aérea e o bulbo representam 20 e 80% da massa seca total acumulada, respectivamente (Tabela 7).

O acúmulo de massa seca da planta inteira foi lento até 42 DAT (Tabela 7),

acumulando cerca de 5 % em relação ao valor observado aos 111DAT (12,32 g planta⁻¹). O acúmulo se intensificou a partir dos 76 DAT até o final do ciclo aos 111 DAT (Figura 11). Neste período, foi acumulado 8,31 g planta⁻¹, ou seja, 68,1% do maior valor estimado. Esse aumento ocorreu quando as plantas apresentavam 8 folhas (Figura 7 e 11), assim, percebe-se que primeiro a planta aumenta sua área foliar até o início da bulbificação, quando se inicia o período de maior acúmulo de massa seca com a formação do bulbo e se estabiliza a massa seca da parte aérea. Faruq et al. (2003) afirmam que quanto maior o número de folhas ou crescimento vegetativo, maior será o acúmulo de fotossintatos (massa seca) nos bulbos, até o limite genético da cultivar.

Porto et al. (2006; 2007) observaram comportamento semelhante, um lento acúmulo de massa seca pela planta toda até 70 DAS para as cultivares híbridas Optima e Superex, e, após esse período, houve aceleração no acúmulo até o final do ciclo aos 110 DAS. Para as cultivares IPA 11 e Texas Grano 502, cultivadas em diferentes locais de estudo (Petrolina e Baraúna), o acúmulo de massa seca também foi lento nos primeiros 30 DAT, após esse período houve um aumento significativo na massa seca da planta inteira, atingindo o máximo estimado para 'IPA 11' aos 83 DAT e 'Texas Grano 502' aos 73 DAT (AGUIAR NETO et al., 2014). Moares et al. (2016; 2018), estudando as cultivares Aquarius e Soberana, encontraram resultados semelhantes à dos autores mencionados, com acúmulo lento de massa seca até aos 64 DAS para ambas cultivares. Haang et al. (1970), avaliando a cultivar Baia Periforme em cultivo protegido em Piracicaba - SP, relataram crescimento lento até os 85 DAS, intensificando até a colheita aos 180 DAS. Já Santos et al. (2007), avaliando a cultivar Alfa São Francisco, observaram acúmulo lento de massa seca até 40 DAT, após esse período ocorreu aumento significativo, atingindo 12,33 g planta⁻¹ aos 80 DAT.

Tanto para os resultados obtidos nesta pesquisa como os observados pelos autores mencionados anteriormente, percebe-se que para todos foram observadas menores taxas de acúmulo de massa seca na planta inteira no início do ciclo com aumento nas taxas a partir de determinado momento do ciclo que, geralmente, coincide com o início da bulbificação.

4.3 Teores de macronutrientes

Os teores de nutrientes na parte aérea e bulbo estão apresentados nas Tabelas

8 e 9, respectivamente. Para N, P, K e S observa-se que os teores nas folhas aumentaram até os 42 DAT, com redução a partir desta avaliação até a colheita (111 DAT). Este resultado pode acontecer porque o nutriente é translocado para outro órgão da planta, no caso o bulbo, pois o N, P e K são nutrientes muito móveis na planta (BREWSTER, 1994; MARSCHNER, 2012; KURTZ et al., 2016). Já para o S, Brandão Filho et al. (2018) afirmam que a redistribuição na planta é considerada de média a baixa, isso porque apenas 20% do S é redistribuído para outros órgãos da planta. Para o Ca e Mg os teores nas folhas aumentaram ao longo do ciclo, sendo que os maiores teores ocorreram na colheita, 16 g kg^{-1} e $5,5 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Brandão Filho et al. (2018) afirmam que o Ca é pouco móvel na planta, pois cerca de 90% do elemento pode estar como componente estrutural na parede celular e por isto não foi translocado das folhas para os bulbos.

Trani e Raij (1997) propõem faixas de teores de nutrientes considerados normais em folhas de cebola. De acordo com os autores, recomenda-se coletar a folha mais jovem, completamente expandida, de 20 plantas. O período indicado é na metade do ciclo, cerca de 40 – 50 DAT. Apesar dessas faixas referirem-se a um determinado estágio de desenvolvimento, observou-se que os teores de N, P, K, Mg e S se encontraram dentro da faixa proposta pelos autores (Tabela 8), exceto na última avaliação para o N, P e S, pois foram translocados para a formação dos bulbos. Já o teor de Ca aumentou ao longo do ciclo, provavelmente foi acumulando nas folhas à medida que estas ficavam mais velhas, pois as folhas apresentam grande superfície transpiratória e o Ca é absorvido desta maneira, além de não ser translocado das folhas para o bulbo, acumulando-se nas folhas ao longo do ciclo. No entanto, os teores de Ca estavam abaixo da faixa ao longo de todo o ciclo, exceto na última avaliação. Os mesmos autores afirmam que esses valores podem variar conforme a cultivar e a época de amostragem. Portanto, os valores apresentados devem ser considerados apenas como um subsídio para a identificação de problemas nutricionais.

Nos bulbos, os teores de N e K permaneceram praticamente estáveis (Tabela 9). Já para P, Ca e Mg houve redução. Este resultado pode acontecer quando a velocidade de produção da massa seca é maior que a de absorção ou transporte do elemento, que então fica diluído (MALAVOLTA et al., 1997). Já o teor de S aumentou até o fim do ciclo de cultivo. A baixa taxa de S afeta o tamanho do bulbo (TRANI, BREDA JÚNIOR, FACTOR, 2014). Desta forma, se a demanda de S pela cebola não é atendida, a produtividade é afetada de forma negativa (KUNZ et al., 2009; BROCH

et al., 2011). Rathod et al. (2020) ressaltaram que a deficiência de S na cebola tem efeito negativo sobre o crescimento e a produção. A adubação com S aumentou a porcentagem de bulbos maiores (>5,0 cm) e reduziu a porcentagem de bulbos menores (<3,5 cm) (LACERDA, 2022). O S é constituinte importante de alguns precursores de compostos sulfurados voláteis, como o dissulfeto de alila, responsáveis pelo aroma característico da cebola (TRANI et al., 2014).

Tabela 8 - Média dos teores de macronutrientes na parte aérea da planta de cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.

DAT⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S
	 g kg ⁻¹ de matéria seca					
0	28	2,3	33	9	3,5	5,1
15	34	3,1	34	9	3,5	5,7
28	40	3,5	40	10	4,2	7,4
42	47	4,0	66	12	4,6	8,8
56	39	3,0	51	13	4,8	7,1
69	38	2,9	50	13	4,8	7,0
83	35	2,6	40	12	4,7	6,0
96	32	2,3	43	14	5,0	5,9
111	23	1,8	34	16	5,5	3,6
Média	35	3	43	12	5	6
TRANI e RAIJ (1997)	25-35	2-4	30-50	15-30	3-5	5-8

⁽¹⁾ DAT = Dias após o transplante

Tabela 9 - Média dos teores de macronutrientes no bulbo de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.

DAT⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S
	 g kg ⁻¹ de matéria seca					
69	20	4,4	19	7	2,2	3,1
83	19	3,9	17	5	1,8	4,6
96	19	3,5	18	5	1,8	5,1
111	21	3,6	20	4	1,9	5,8
Média	20	4	19	5	2	5

⁽¹⁾ DAT = Dias após o transplante

4.4 Acúmulo de nutrientes

4.4.1 Nitrogênio (N)

Na parte aérea, o maior valor estimado de acúmulo foi de 0,08 g planta⁻¹ aos 111 DAT (Figura 12). O período de maior acúmulo de N na parte aérea ocorreu entre 34 e 52 DAT (0,06 g planta⁻¹), correspondendo a cerca de 75% do valor estimado aos 111 DAT. Após esse período o incremento de N na parte aérea foi reduzindo até o fim do ciclo (Figura 18). A redução do incremento de N nas folhas também foi observada por Pôrto et al. (2006, 2007), May et al. (2008) para a cultivar Optima, Aguiar Neto et al. (2014), Kurtz et al. (2016), Moraes et al. (2016) para a cultivar Aquarius, Beckes et al. (2018 e Moraes et al. (2018) para a cultivar Soberana.

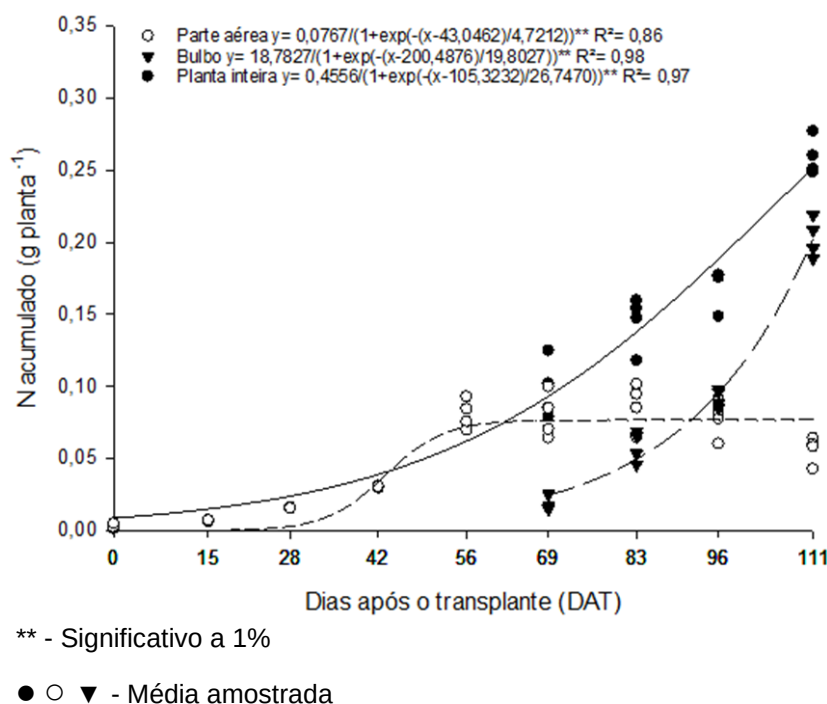
O acúmulo de N no bulbo foi crescente até os 111 DAT, quando atingiu o máximo estimado de 0,20 g planta⁻¹ (Figura 12). Pode-se inferir que houve acúmulo direto pela absorção e também pela redistribuição do mesmo das folhas para o bulbo a partir do momento que houve sua diferenciação entre os períodos de 56 a 69 DAT. De acordo com Brewster (1994), por ocasião do desenvolvimento dos bulbos há translocação de fotoassimilados e outros compostos das folhas para os bulbos, o que corrobora com o encontrado neste trabalho. Bettoni et al. (2016), estudando o acúmulo de nutrientes de sete cultivares em sistema orgânico, encontraram média de acúmulo de N de 0,029 g planta⁻¹ para parte aérea e 0,028 g planta⁻¹ para bulbo, valores estes inferiores aos encontrados para cultivar Baia Periforme Super Precoce.

O nitrogênio foi o segundo nutriente mais acumulado pela planta, com valor de acúmulo máximo estimado de 0,25g planta⁻¹ aos 111 DAT (Figura 12). Comparado com outros autores, observou-se, em média, maior acúmulo em N. Pôrto et al. (2006; 2007), estudando as cultivares Optima e Superex, encontraram acúmulo aos 150 DAS de 0,16 e 0,20 g planta⁻¹. Também May et al. (2008), com as mesmas cultivares Optima e Superex, obtiveram acúmulo de 0,11 e 0,10 g planta⁻¹, respectivamente. Para a cultivar Optima o N foi o nutriente mais acumulado, já para a 'Superex' foi o segundo, assim como observado neste trabalho. A cultivar Alfa Tropical acumulou 0,19 g planta⁻¹ aos 101 DAS (VIDIGAL et al., 2010). Porém, Moraes et al. (2016; 2018) encontraram acúmulo para as cultivares Aquarius e Soberana aos 148 DAS, 0,49 e 0,32 g planta⁻¹ respectivamente. Para a cultivar Aquarius o N também foi o segundo nutriente mais acumulado, já para 'Soberana' foi o terceiro. A cultivar híbrida Bella

Vista acumulou 0,46 g planta⁻¹ aos 140 DAT, sendo também o segundo nutriente mais acumulado (BECKES et al., 2018). Aguiar Neto et al. (2014), avaliando as cultivares IPA 11 e Texas Grano 502, verificaram acúmulo aos 135 DAS de 0,39 e 0,35 g planta⁻¹, respectivamente. Para a cultivar Bola Precoce o N foi o nutriente mais acumulado, com 0,41 g planta⁻¹ aos 126 DAT (KURTZ et al., 2016).

O acúmulo de N foi crescente ao longo do ciclo. O período de maior demanda pela planta inteira ocorreu a partir dos 59 DAT até a colheita, 111 DAT, quando o acúmulo foi de 73% (0,18 g planta⁻¹) do total (Figura 12). Essa tendência foi observada para todos os autores descritos anteriormente, mostrando que apesar das variações nos valores, a tendência de acúmulo ao longo do ciclo é semelhante, com pequenas variações em função do genótipo e das condições de cultivo.

Figura 12 - Acúmulo de nitrogênio (N) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.

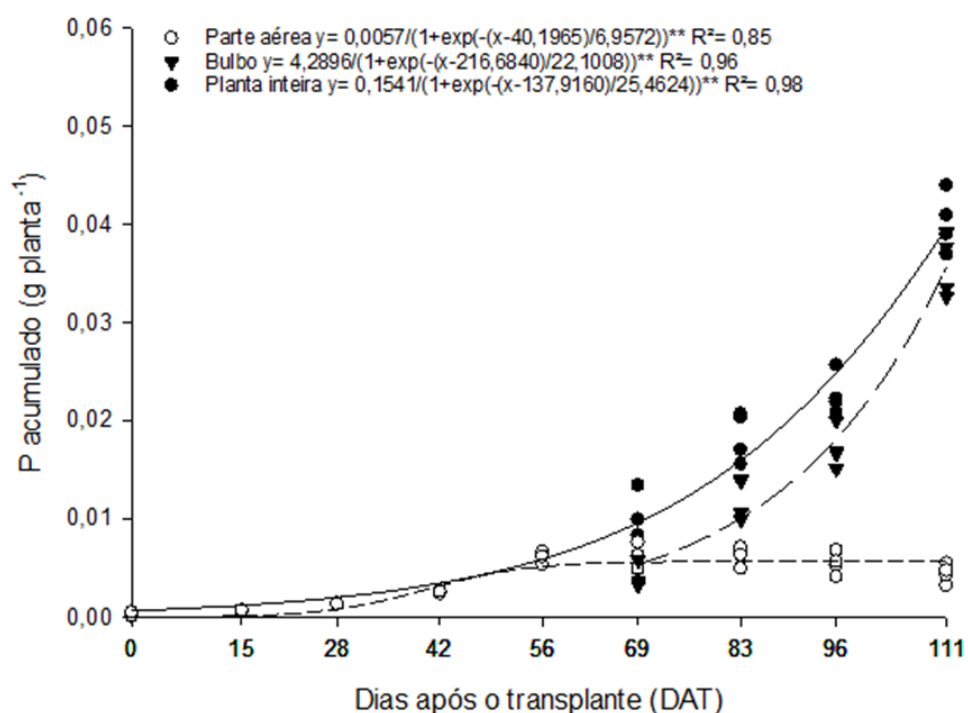


4.4.2 Fósforo (P)

Em questão de quantidade, o fósforo foi pouco exigido pela cultivar Baia Periforme, sendo o quinto nutriente mais acumulado pela planta. O período de maior acúmulo de P na parte aérea ocorreu entre 26 e 54 DAT (0,0045 g planta⁻¹) cerca de

75% do valor máximo estimado aos 111 DAT ($0,006 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 13). A partir dos 54 DAT os valores estimados permaneceram praticamente constantes. O mesmo foi encontrado por Pôrto et al. (2006), Moraes et al. (2016, 2018). No bulbo o acúmulo foi crescente até os 111 DAT, quando atingiu o máximo estimado de $0,035 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 13). Bettoni et al. (2016), estudando o acúmulo de nutrientes de sete cultivares em sistema orgânico, encontraram média de acúmulo de P para parte aérea de $0,0038 \text{ g planta}^{-1}$. Já para o bulbo o valor médio de acúmulo de P foi de $0,0046 \text{ g planta}^{-1}$, valores estes inferiores aos encontrados para a cultivar Baia Periforme Super Precoce. Em média, estes autores observaram que apenas 55% do fósforo encontrava-se nos bulbos, enquanto na presente pesquisa 83% correspondeu ao bulbo e 17% a parte aérea (Figura 13).

Figura 13 - Acúmulo de fósforo (P) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



** - Significativo a 1%

● ○ ▼ - Média amostrada

O valor máximo de acúmulo estimado de P aos 111 DAT para planta inteira foi de $0,04 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 13). A partir dos 87 DAT foi quando se iniciou os maiores aumentos no acúmulo de P, sendo o intervalo de 87 a 111 DAT o de maior incremento,

correspondendo a 55% ($0,022 \text{ g planta}^{-1}$) do total na planta. Vidigal et al. (2010), estudando o cultivo da cebola no verão por transplante de mudas, encontraram resultado parecido para o acúmulo de P aos 101 DAS ($0,035 \text{ g planta}^{-1}$), sendo que para os autores o P também foi o quinto nutriente mais exigido pela planta. Para a cultivar Superex, o acúmulo foi de $0,01 \text{ g planta}^{-1}$ aos 150 DAS (May et al., 2008). Pôrto et al. (2006) também encontraram acúmulo parecido para a cultivar Superex aos 150 DAS ($0,02 \text{ g planta}^{-1}$). No entanto, para a cultivar Bola Precoce foi encontrado o valor máximo de P de $0,14 \text{ g planta}^{-1}$, ocorrendo aos 87 DAT (Kurtz et al., 2016), valor esse 50% maior do que o encontrado pelos demais autores.

O fósforo é integrante de vários compostos importantes, como os intermediários de açúcares, fosfolipídeos e fosfoproteínas, que são responsáveis pela integridade das membranas celulares e ácidos nucleicos, além de desempenhar papel importante nas transferências de energia na respiração e na fotossíntese (BRANDÃO FILHO et al., 2018). De acordo com Kurtz et al. (2016), ocorre intenso processo de redistribuição preferencial de P da parte aérea para os órgãos dreno (bulbo). Semelhante ao observado neste trabalho, Kurtz et al. (2016) encontraram a proporção entre a quantidade de P no bulbo e a quantidade na planta toda de 83% para a cultivar Bola Precoce.

4.4.3 Potássio (K)

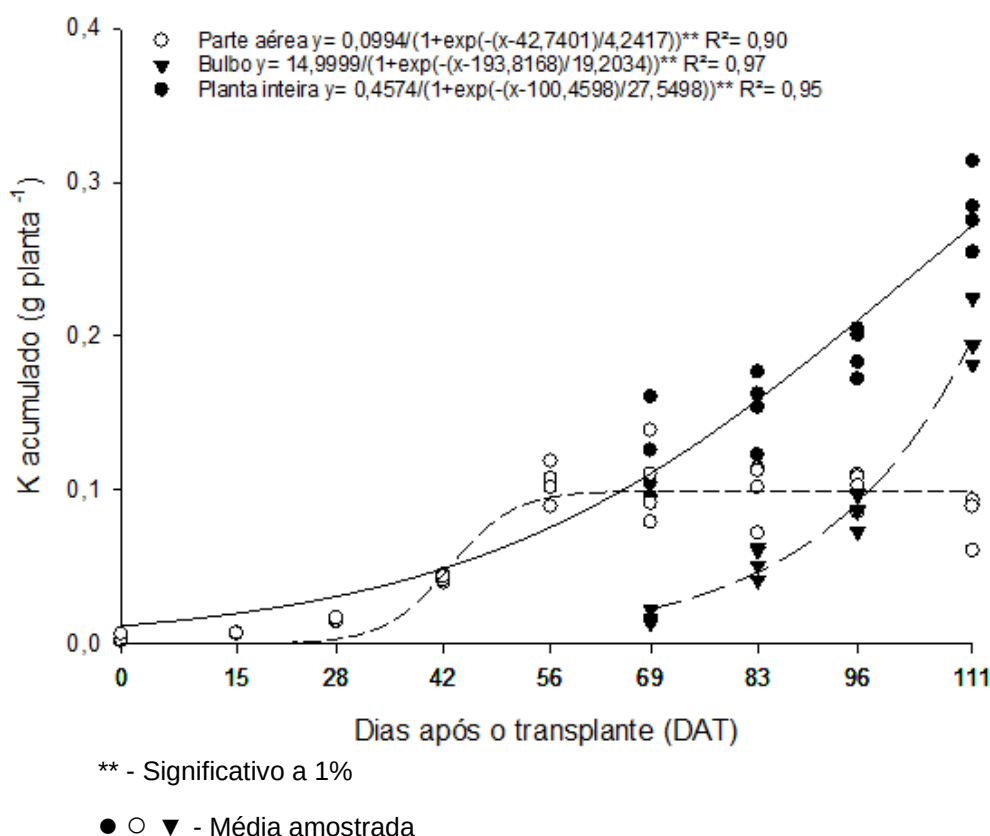
Na parte aérea, o período de maior acúmulo de K ocorreu entre 34 e 51 DAT ($0,075 \text{ g planta}^{-1}$) cerca de 75% do valor máximo estimado aos 111 DAT ($0,1 \text{ g planta}^{-1}$). Após os 51 DAT a demanda foi reduzida, o que pode ser observado pela tendência na estabilização da curva (Figura 14). O acúmulo de K na parte aérea praticamente cessou ao final do ciclo (Figura 18), assim como para o N (Figura 12) e o P (Figura 13).

O acúmulo de K no bulbo foi crescente até os 111 DAT, quando atingiu o máximo estimado de $0,2 \text{ g planta}^{-1}$. Do total de K acumulado na planta inteira, 74% correspondem ao bulbo e 26% a parte aérea (Figura 14). Esses valores provavelmente explicam a grande demanda de K na bulbificação, já que este promove a redução do potencial osmótico favorecendo a entrada de água e de fotoassimilados, contribuindo para o enchimento dos bulbos (BRANDÃO FILHO et al., 2018). Bettoni et al. (2016), estudando o acúmulo de nutrientes de sete cultivares em sistema

orgânico, encontraram média de acúmulo de K na parte aérea de $0,036 \text{ g planta}^{-1}$. Já para o bulbo o valor médio de acúmulo de K foi de $0,029 \text{ g planta}^{-1}$, valores estes inferiores aos encontrados para a cultivar Baia Periforme Super Precoce.

O potássio foi o nutriente mais acumulado pela planta, com valor estimado de $0,27 \text{ g planta}^{-1}$ aos 111 DAT (Figura 14). Outros autores também encontraram resultados e valores semelhantes para as cultivares Optima ($0,27 \text{ g planta}^{-1}$) e Superex ($0,29 \text{ g planta}^{-1}$) (PÔRTO et al., 2006, 2007); Alfa Tropical ($0,24 \text{ g planta}^{-1}$) (VIDIGAL et al., 2010); IPA 11 ($0,37 \text{ g planta}^{-1}$) e Texas Grano 502 ($0,22 \text{ g planta}^{-1}$) (AGUIAR NETO et al., 2014); Aquarius ($0,80 \text{ g planta}^{-1}$) e Soberana ($0,72 \text{ g planta}^{-1}$) (MORAES et al., 2016; 2018); Bella Vista ($0,52 \text{ g planta}^{-1}$) (BACKES et al., 2018).

Figura 14 - Acúmulo de potássio (K) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



Dentre os nutrientes mais exigidos pela cultura, destaca-se o potássio que desempenha importante papel na regulação dos processos osmóticos, na abertura e fechamento estomático, na permeabilidade das membranas, na síntese de proteínas, ativador enzimático, no crescimento meristemático, na fotossíntese, no transporte e

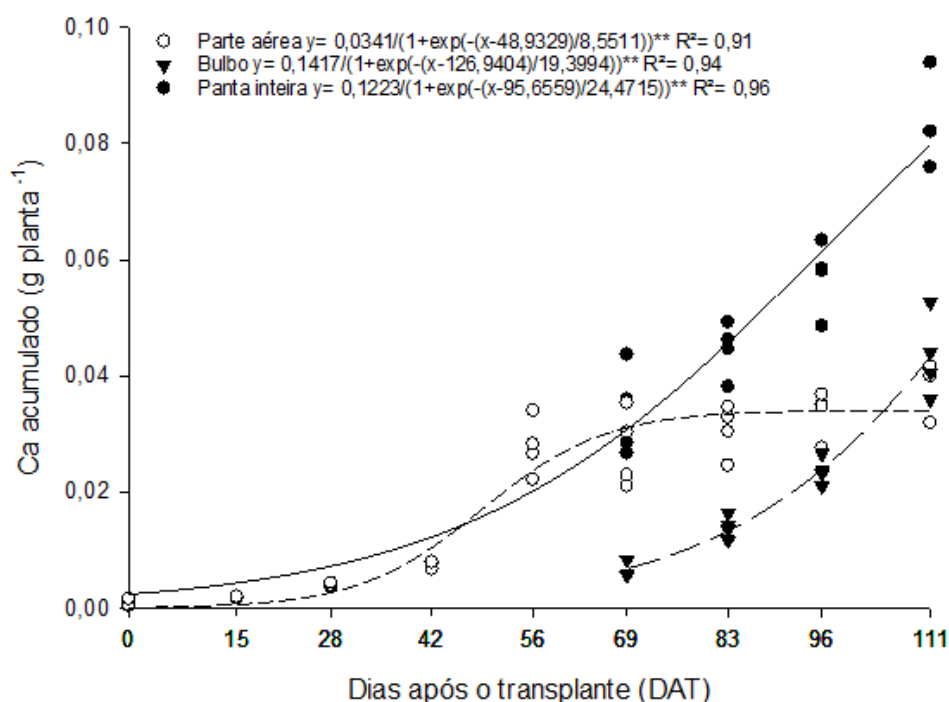
no armazenamento de carboidratos (MARSCHNER, 2012; BRANDÃO FILHO et al., 2018).

4.4.4 Cálcio (Ca)

Até os 31 DAT o acúmulo de Ca na parte aérea foi lento (Figura 15). A partir deste até aos 66 DAT houve o maior incremento, com valor estimado de $0,026 \text{ g planta}^{-1}$. Este valor corresponde a 60% do acúmulo máximo estimado aos 111 DAT ($0,035 \text{ g planta}^{-1}$).

Assim como para os demais nutrientes, o acúmulo no bulbo foi crescente até o final do ciclo (Figura 15). Aos 111 DAT, o valor máximo estimado foi de $0,044 \text{ g planta}^{-1}$. Do total de Ca acumulado na planta inteira ($0,079 \text{ g planta}^{-1}$), 56% corresponde ao bulbo e 44% a parte aérea, ou seja, valores semelhantes aos encontrados por Pôrto et al. (2007), para a cultivar Superex: 57% para parte aérea e 43% para o bulbo. No entanto, Kurtz et al. (2016) encontraram proporção maior para a parte aérea (58%) do que para o bulbo (42%), assim como Moraes et al. (2018), para a cultivar Soberana, onde a parte aérea representou 60% e o bulbo 39% do total estimado. Esse comportamento é resultado da não redistribuição do nutriente na planta, uma vez que essa é quase nula (HAWKESFORD et al., 2012).

Figura 15 - Acúmulo de cálcio (Ca) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



** - Significativo a 1%

● ○ ▼ - Média amostrada

O cálcio foi o terceiro nutriente com maior acúmulo pela planta, com valor estimado de 0,08g planta⁻¹ aos 111 DAT (Figura 15). A partir dos 47 DAT se iniciaram os maiores acúmulos de Ca pela planta inteira, sendo crescente até o fim do ciclo de cultivo (111 DAT). Nesse período foi acumulado 0,066 g planta⁻¹, o que equivale a aproximadamente 83% do acúmulo aos 111 DAT. Em estudo realizado por Vidigal et al. (2010), o Ca também foi o terceiro nutriente mais exigido pelas plantas, encontrando acúmulos semelhantes ao final do ciclo de 0,09 g planta⁻¹ em semeadura direta e 0,10 g planta⁻¹ para transplante de mudas utilizando a cultivar Alfa Tropical. Para as cultivares IPA 11 (0,24 g planta⁻¹) (AGUIAR NETO et al., 2014); Bola Precoce (0,18 g planta⁻¹) (KURTZ et al., 2016); Aquarius (0,26 g planta⁻¹) (MORAES et al., 2006), o Ca também foi o terceiro nutriente mais exigido pela planta inteira.

O Ca é um elemento essencial, pois atua como agente cimentante na forma de pectatos que são constituintes da parede celular. Também estabiliza a membrana celular, promovendo a ligação entre os grupos fosfatos e carboxílicos dos fosfolipídios (MALAVOLTA, 2006; BRANDÃO FILHO et al., 2018).

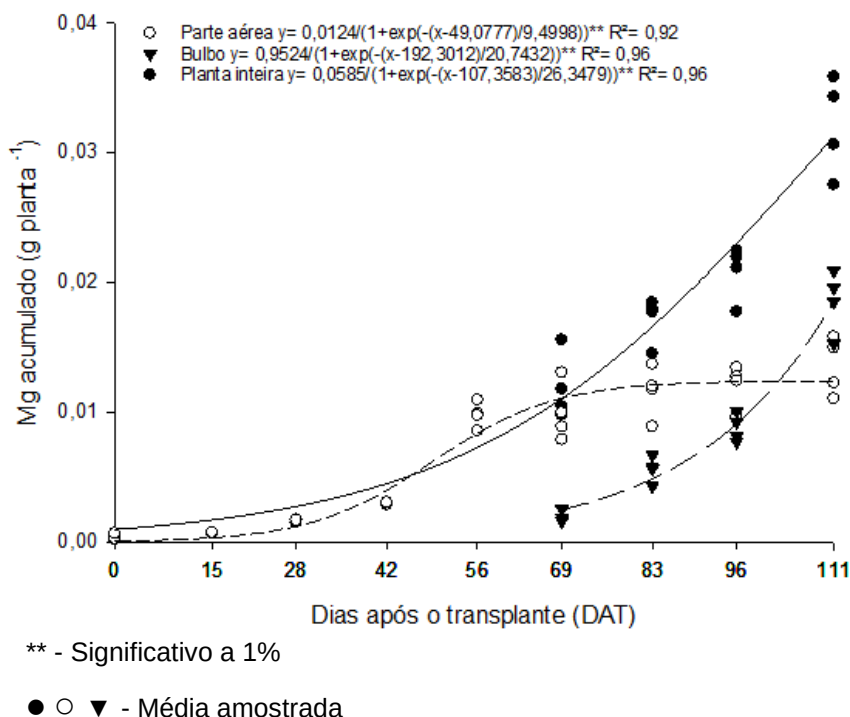
4.4.5 Magnésio (Mg)

Na parte aérea o Mg apresentou comportamento semelhante ao Ca, ou seja, até os 30 DAT o acúmulo de Mg foi lento (Figura 16). A partir deste, até aos 68 DAT houve o maior incremento, com valor estimado de $0,009 \text{ g planta}^{-1}$. Este valor corresponde a 74% do acúmulo máximo estimado aos 111 DAT ($0,012 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 16). O acúmulo no bulbo foi crescente até o final do ciclo, sendo que aos 111 DAT o valor máximo estimado foi de $0,018 \text{ g planta}^{-1}$.

O magnésio foi o nutriente menos acumulado pela planta, com valor máximo estimado na planta de $0,03 \text{ g planta}^{-1}$ aos 111 DAT (Figura 16). A partir dos 55 DAT se iniciaram os maiores acúmulos de Mg pela planta inteira, sendo crescente até o fim do ciclo de cultivo (111 DAT). Este nutriente também foi o menos acumulado pela cultivar Alfa Tropical com valor máximo estimado de $0,02 \text{ g planta}^{-1}$ (VIDIGAL et al., 2010). Para a cultivar Bola Precoce o acúmulo máximo de Mg foi de $0,04 \text{ g planta}^{-1}$ (KURTZ et al., 2016). Moraes et al. (2016, 2018) encontraram resultados semelhantes para as cultivares Aquarius e Soberana, com valores máximos estimados na planta de $0,05$ e $0,06 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Porém, para as cultivares IPA 11 e Texas Grano 502 (AGUIAR NETO et al. 2014), Optima e Superex (PÔRTO et al., 2006, 2007), o Mg foi o quinto nutriente mais exigido, seguido pelo fósforo na ordem de acúmulo.

Do total de Mg acumulado na planta inteira, 61% correspondem ao bulbo e 39% a parte aérea (Figura 16). Vidigal et al. (2010) encontraram as mesmas proporções para a cultivar Alfa Tropical. Já Moraes et al. (2016) encontraram valores parecidos, onde a parte aérea representou 57% do acúmulo total e o bulbo 40% para a cultivar Aquarius. Moraes et al. (2018) afirmam que essa proporção entre folhas e bulbos pode ser explicada pela participação do Mg na estrutura da clorofila. De maneira geral, cerca de 20% do Mg da planta faz parte desse pigmento. Além disso, o elemento é constituinte de algumas proteínas, pectinas das paredes celulares e ativador de enzimas (BRANDÃO FILHO et al., 2018).

Figura 16 - Acúmulo de magnésio (Mg) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.

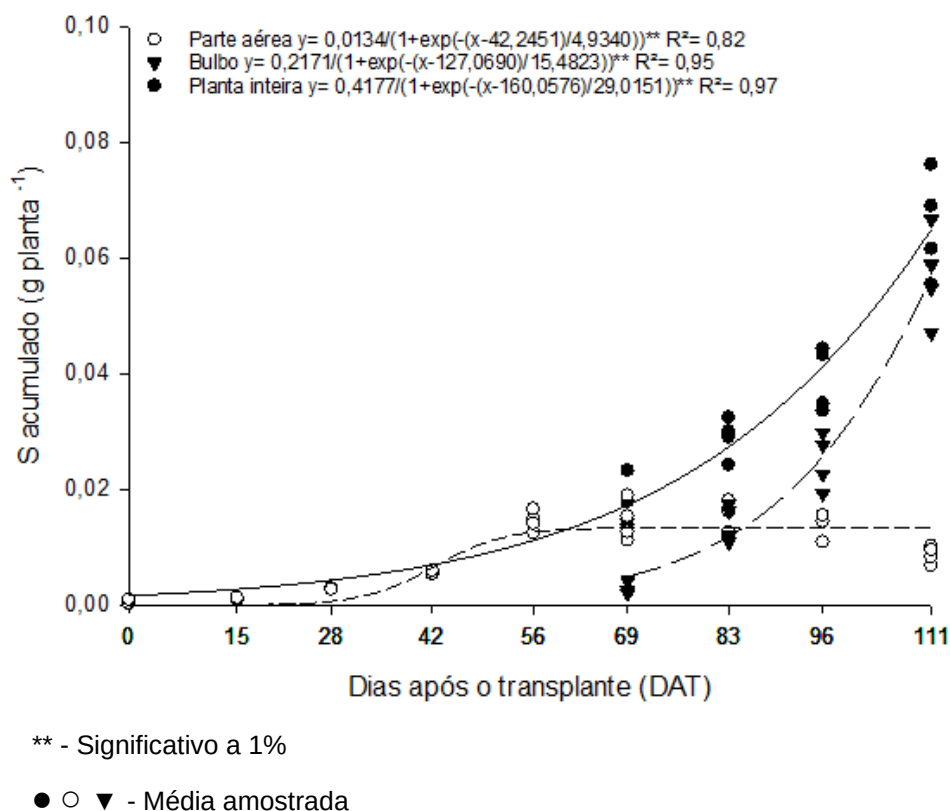


4.4.6 Enxofre (S)

Até os 32 DAT o acúmulo de S na parte aérea foi lento (Figura 17). A partir deste, até aos 52 DAT houve o maior incremento, com valor máximo estimado aos 111 DAT de 0,01 g planta⁻¹. Este valor corresponde a 76% do acúmulo máximo na parte aérea aos 111 DAT (0,013 g planta⁻¹). O acúmulo no bulbo foi crescente até o final do ciclo, sendo que aos 111 DAT o valor máximo estimado foi de 0,056 g planta⁻¹ (Figura 17).

O enxofre foi o quarto nutriente mais exigido pela planta, com valor máximo de acúmulo estimado na planta de 0,066 g planta⁻¹ aos 111 DAT (Figura 17). A partir dos 32 DAT se iniciaram os maiores acúmulos de S pela planta inteira, sendo crescente até o fim do ciclo de cultivo (111 DAT). Pôrto et al. (2007), Vidigal et al. (2010) e Backes et al. (2018) também observaram que o S foi o quarto nutriente na ordem de absorção nas cultivares Superex, Alfa Tropical e Bella Vista, com valores estimados de, 0,07, 0,06 e 0,1g planta⁻¹, respectivamente, semelhante com o verificado no presente trabalho. Moraes et al. (2016, 2018) encontraram valores superiores para as cultivares Aquarius e Soberana, com acúmulo máximo de 0,17 e 0,14 g planta⁻¹.

Figura 17 - Acúmulo de enxofre (S) pela parte aérea, bulbo e planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



Do total de S acumulado na planta inteira, 85% correspondem ao bulbo e 15% a parte aérea (Figura 17). Pôrto et al. (2007) também encontraram resultados semelhantes para a cultivar Superex, com cerca de 81% no bulbo e 19% na parte aérea. Nasreen et al. (2005) verificaram maior acúmulo de enxofre no bulbo ao final do ciclo da cultura (90 DAT). Segundo os autores, do total de enxofre acumulado na planta inteira, 82% encontravam-se no bulbo e 12% na parte aérea. Para esses mesmos autores, o aumento do acúmulo de enxofre no bulbo, à medida que a planta atingiu a fase de maior desenvolvimento fotossintético, foi devido ao crescimento foliar adequado, o que permitiu uma ótima translocação e partição de fotossintatos das folhas para os bulbos, que resultaram em maior tamanho de bulbo e maior massa seca. Isso também pode ser observado no presente trabalho, já que próximo do início da bulbificação o dossel foliar já se encontrava ao máximo observado.

Geralmente o S é o terceiro ou quarto em ordem decrescente de acúmulo. A

quantidade de compostos à base de S é que determina a pungência da cebola, definida como a quantidade de compostos voláteis que conferem odor e sabor à espécie (KURTZ et al., 2016). Isso ocorre porque o S é constituinte importante de alguns aminoácidos, como a cistina, cisteína e metionina, precursores de compostos sulfurados voláteis, como o dissulfeto de alila, responsáveis pelo aroma característico da cebola (TRANI et al., 2014).

Verificou-se que a ordem de acúmulo dos nutrientes pela planta inteira da cultivar Baia Periforme Super Precoce foi: K ($0,27 \text{ g planta}^{-1}$), N ($0,25 \text{ g planta}^{-1}$), Ca ($0,079 \text{ g planta}^{-1}$), S ($0,066 \text{ g planta}^{-1}$), P ($0,04 \text{ g planta}^{-1}$) e Mg ($0,03 \text{ g planta}^{-1}$).

4.5 Taxa de acúmulo diário de nutrientes

Conhecer a taxa de acúmulo diário de nutrientes permite a possibilidade de elaboração de programas de fertilização em função do tempo, conhecendo quais os momentos de maior demanda, evitando assim a falta ou o consumo excessivo dos nutrientes pela planta ao longo do ciclo (MORAES et al, 2018).

As taxas máximas de acúmulo diário (TMAD) para parte aérea dos nutrientes ocorreram em períodos semelhantes (Figura 18). As TMAD para N, P, K, Ca, Mg e S foram de $0,004$; $0,0002$; $0,006$; $0,0009$; $0,0003$ e $0,0006 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, atingidas, respectivamente, aos 44, 41, 43, 49, 50 e 43 DAT (Figura 18).

Para o bulbo as taxas máximas de acúmulo diário (TMAD) foram observadas para todos os nutrientes aos 111 DAT (Figura 19), já que o acúmulo diário de nutrientes foi crescente até o fim do ciclo de cultivo. Para N, P, K, Ca, Mg e S as TMAD no bulbo foram de $0,009$; $0,001$; $0,01$; $0,001$; $0,0008$ e $0,003 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Figura 19).

Analisando as taxas de acúmulo diário na planta inteira (Figura 20), pode-se observar que as necessidades de N e K ao longo do tempo, comportou-se de forma semelhante. A taxa máxima de acúmulo diário para N foi de $0,0042 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 106 DAT, já para K $0,0041 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 101 DAT. Para o P e S o acúmulo foi constante até os 111 DAT, com TMAD de $0,0011 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $0,0018 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. O Ca apresentou maior TMAD aos 97 DAT ($0,0012 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), enquanto o Mg foi o nutriente de menor TMAD máximo, $0,0005 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 108 DAT (Figura 20). Para Moraes et al. (2016, 2018), as TMAD foram de $0,008$ (N); $0,002$ (P); $0,017$ (K); $0,007$ (Ca); $0,001$ (Mg) e $0,003$ (S) $\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a

Figura 19 - Taxa de acúmulo diário de N, P, K, Ca, Mg e S no bulbo da planta de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.

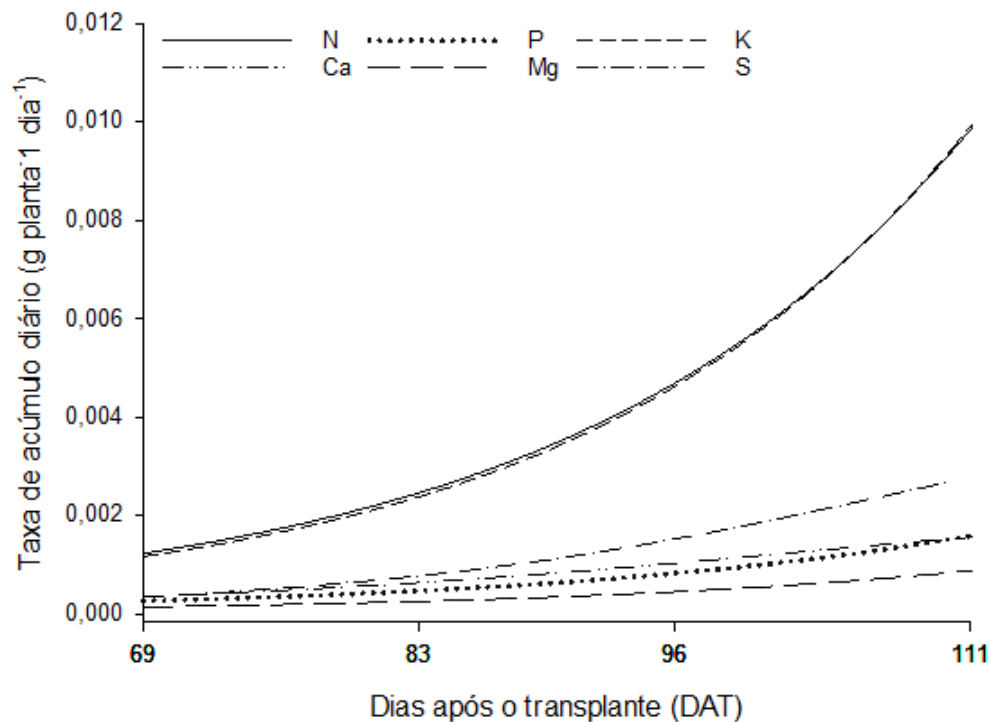
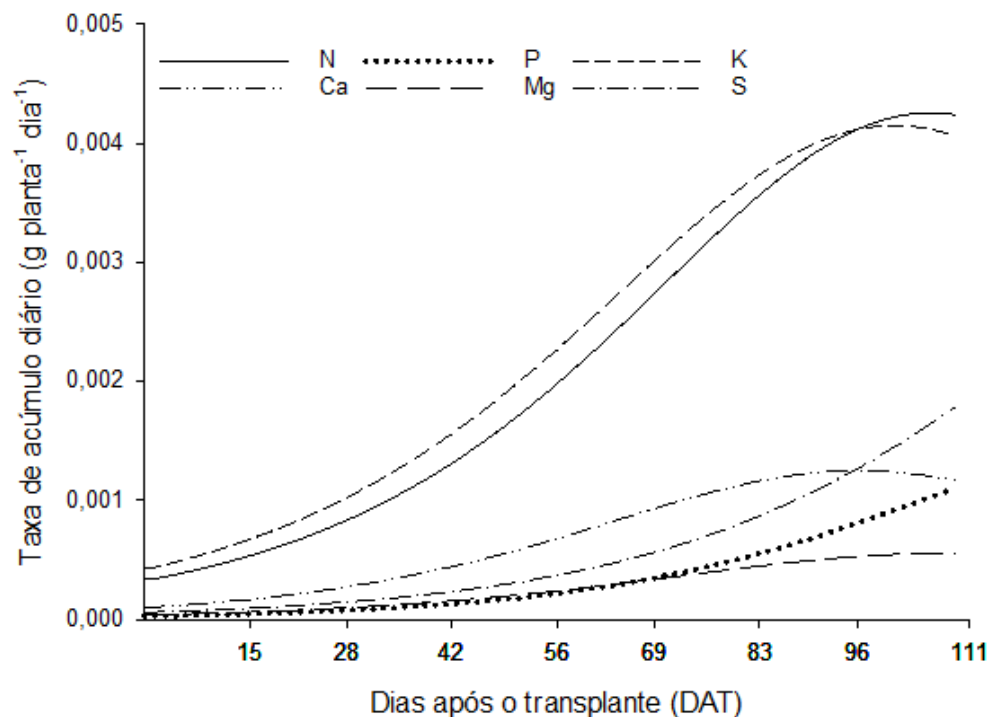


Figura 20 - Taxa de acúmulo diário de N, P, K, Ca, Mg e S na planta inteira de cebola da cultivar Baia Periforme Super Precoce em função dos dias após o transplante.



4.6 Produtividade

A produtividade estimada da cultivar Baia Periforme Super Precoce sob sistema orgânico de produção foi 42,1 t ha⁻¹ para uma população de 350.000 plantas ha⁻¹. Este valor pode ser considerado elevado quando comparando com a produtividade média de cebola no Estado de São Paulo de 37,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2021). Também em sistema orgânico de produção, Bettoni et al. (2016) encontraram valor inferior de produtividade, com média de aproximadamente 19,1 t ha⁻¹ para 7 cultivares de cebola. Ricci et al. (2014), estudando o cultivo orgânico de dez cultivares de cebola na Baixada Fluminense, encontraram produtividade total de 21,82 t ha⁻¹ para a cultivar Baia Periforme. Rodrigues et al. (2006), estudando a produtividade de 16 cultivares em sistema convencional e orgânico, encontraram produtividade de 22,33 t ha⁻¹ e 10,97 t ha⁻¹, respectivamente para a cultivar Baia Periforme. Em todos os trabalhos mencionados anteriormente com produção em sistema orgânico, os valores de produtividade foram inferiores ao encontrado no presente estudo. A produtividade verificada no presente estudo também foi superior a encontrada para as cultivares Alfa Tropical (24,7 t ha⁻¹) (VIDIGAL et al., 2010); IPA 11 (40 t ha⁻¹) e Texas Grano 502 (35 t ha⁻¹) (AGUIAR NETO et al., 2014); Bola Precoce (37,34 t ha⁻¹) (KURTZ et al., 2016). Porém para Moraes et al. (2016, 2018), para as cultivares híbridas Aquarius e Soberana em população de 320.000 plantas ha⁻¹, as produtividades foram de 78,9 e 72,0 t ha⁻¹, respectivamente. Para a cultivar Bella Vista, a produtividade estimada foi de 86,2 t ha⁻¹ (BACKES et al., 2018).

É importante ressaltar que a produtividade da cebola depende de vários fatores, como manejo, fertilização, irrigação, ambiente, e a escolha do genótipo. Em relação aos genótipos, esses podem ser híbridos ou variedades (polinização aberta) e, em geral, os híbridos de cebola tendem a apresentar maior produtividade em comparação as variedades (NICK; BORÉM, 2018).

4.7 Extração e exportação de nutrientes

As quantidades de nutrientes extraídos e exportados pela cultivar Baia Periforme Super Precoce estão apresentados na Tabela 10. Das quantidades de nutrientes extraídos pela planta, parte retorna ao solo via decomposição das folhas, e parte é removida via bulbos (MORAES et al., 2016). Por isso, é de extrema

importância que se quantifique os nutrientes acumulados na planta, para que possa ser avaliada a remoção dos nutrientes da área de cultivo.

A ordem de extração pela planta foi $K > N > Ca > S > P > Mg$, com valores de 95,2; 88,2; 27,9; 22,8; 13,9 e 10,9 kg ha⁻¹, respectivamente. Vidigal et al. (2010) e Moraes et al. (2018) observaram ordem de extração semelhante ao presente trabalho para as cultivares Alfa Tropical e Aquarius (Tabela 11). Já os demais autores encontraram diferentes ordens de extração, com o K sendo o nutriente mais extraído na maioria dos trabalhos, embora Santos et al. (2007), May et al. (2008) e Kurtz et al. (2016, 2018) observaram que o N foi o nutriente mais extraído para as cultivares Alfa São Francisco e Franciscana IPA 10; Optima; Bola Precoce e Epagri 363 Superprecoce. Para todos os autores que estudaram o S, este foi o quarto nutriente mais extraído. Já o P e Mg alteraram entre o quinto e sexto nutriente mais extraído (Tabela 11).

A ordem de exportação com a colheita dos bulbos foi $N > K > S > Ca > P > Mg$, correspondendo respectivamente a 80,4; 72,9; 87,3; 54,3; 89,9 e 59,3% da quantidade extraída pela planta. Menezes Júnior et al. (2013) observaram exportação de nutrientes pelo bulbo de quase 50% maior no sistema de produção convencional quando comparado ao orgânico utilizando biofertilizantes. Bettoni et al. (2016), também em sistema orgânico de produção, encontraram ordem de exportação de $K > N > P > Ca > Mg$ para sete diferentes cultivares cultivadas, com valores médios 39,13; 6,29; 40,27; 3,05; 2,29 kg ha⁻¹, respectivamente, valores estes inferiores quando comparado com a cultivar Baia Periforme Super Precoce.

Diferentes autores observaram sequências distintas na exportação de nutrientes pelos bulbos (Tabela 12). De modo geral, a quantidade exportada pelos bulbos representou a maior parte extraída pelas plantas de N, P e S pela cultivar Baia Periforme Super Precoce quando comparado com as demais (Tabela 12). Kurtz et al. (2020) encontraram maior exportação de K, Ca e Mg para cultivar Epagri 363 Superprecoce.

Embora tenha sido um dos elementos menos exigidos pela planta, o P foi o nutriente em que a quantidade exportada representou a maior quantidade extraída (89,9%), corroborando com Pôrto et al. (2007) ('Superex'); Santos et al. (2007) ('Alfa São Francisco' e 'Franciscana IPA 10'); Aguiar Neto et al. (2014) ('IPA 11' e 'Texas Grano 502') e Backes et al. (2018) ('Bella Vista').

Tabela 10 - Extração de nutrientes pelas plantas, exportação pelos bulbos e porcentagem da exportação em função da extração pela cultivar Baia Periforme Super Precoce ao final do ciclo (111 DAT).

	N	P	K	Ca	Mg	S
..... kg ha ⁻¹						
Extração	88,2	13,9	95,2	27,9	10,9	22,8
Exportação	70,9	12,5	69,4	15,1	6,5	19,9
..... %						
	80,4	89,9	72,9	54,3	59,3	87,3

Tabela 11- Extração de nutrientes pelas plantas de diferentes cultivares de cebola estudadas por diferentes autores ao final do ciclo.

Extração de nutrientes pela planta									
Fonte	Cultivar	Ordem	N	P	K	Ca	Mg	S	Produtividade
			kg ha ⁻¹						t ha ⁻¹
Pôrto et al. (2006)	Optima ¹	K > N > Ca > S > Mg > P	61,2	8,7	106,2	59,5	11,6	31,6	72,0
Pôrto et al. (2007)	Superex ¹	K > N > Ca > S > Mg > P	84,2	13,5	117,6	72,8	14,8	30,8	72,0
Santos et al. (2007)	Alfa São Francisco	N > Ca > K > S > Mg > P	124,2	6,5	58,9	88,2	9,0	20,0	-
Santos et al. (2007)	Franciscana IPA 10	N > Ca > K > S > Mg > P	102,7	4,5	59,0	78,9	7,1	8,8	-
May et al. (2008)	Optima ¹	N > K > Ca > S > P > Mg	78,8	13,0	75,8	59,1	11,7	24,4	64,8
May et al. (2008)	Superex ¹	K > Ca > N > S > Mg > P	64,7	10,3	68,3	65,6	13,0	24,7	72,0
Vidigal et al. (2010)	Alfa Tropical	K > N > Ca > S > P > Mg	148,2	23,3	159,7	72,9	10,2	24,9	24,7
Aguiar Neto et al. (2014)	IPA 11	K > N > Ca > Mg > P	150,0	5,3	157,4	80,6	16,0	-	40,0
Aguiar Neto et al. (2014)	Texas Grano 502	K > Ca > N > Mg > P	90,5	5,8	313,2	142,1	28,0	-	35,0
Kurtz et al. (2016)	Bola Precoce	N > K > Ca > P > Mg	101,4	34,5	86,5	46,6	12,1	-	37,3
Moraes et al. (2016)	Aquarius ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	157,2	29,1	256,2	83,6	15,4	53,2	78,9
Backes et al. (2018)	Bella Vista ¹	K > N > Ca > S > Mg > P	149,1	23,0	156,5	76,0	26,1	32,7	86,2
Moraes et al. (2018)	Soberana ¹	K > Ca > N > S > P > Mg	102,4	25,6	230,4	121,6	19,2	44,8	72,0
Kurtz et al. (2020)	Epagri 363 Superprecoces	N > K > Ca > P > Mg	124,7	31,9	101,6	50,3	10,0	-	52,4

⁽¹⁾ = Cultivar Híbrido

Tabela 12- Exportação de nutrientes pelos bulbos e porcentagem da exportação em função da extração de diferentes cultivares de cebola estudadas por diferentes autores ao final do ciclo.

Fonte	Cultivar	Ordem	Exportação de nutrientes pelo Bulbo											
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
			Kg ha ⁻¹						%					
Pôrto et al. (2006)	Optima ¹	K > N > Ca > S > Mg > P	35,0	5,3	68,9	25,8	5,6	21,9	57,2	60,9	64,9	43,4	48,3	69,3
Pôrto et al. (2007)	Superex ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	54,4	11,4	79,9	41,5	8,3	24,9	64,6	84,4	67,9	57,0	56,1	80,8
Santos et al. (2007)	Alfa São Francisco	N > K > Ca > S > P > Mg	55,9	5,3	31,2	15,0	2,7	11,0	45,0	81,0	53,0	17,0	30,0	55,0
Santos et al. (2007)	Franciscana IPA 10	N > K > Ca > S > P > Mg	46,2	3,7	29,5	15,0	1,7	4,6	45,0	83,0	50,0	19,0	24,0	52,0
May et al. (2008)	Optima ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	38,7	7,9	46,3	24,3	5,1	11,5	49,2	60,6	61,2	41,1	43,5	47,2
May et al. (2008)	Superex ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	28,7	5,8	42,7	23,4	4,2	12,1	44,3	55,9	62,5	35,7	31,8	48,8
Vidigal et al. (2010)	Alfa Tropical	N > K > Ca > S > P > Mg	70,4	14,7	57,4	25,1	4,5	12,3	47,5	62,9	35,9	34,4	44,1	49,4
Aguiar Neto et al. (2014)	IPA 11	N > K > Ca > Mg > P	114,0	4,4	105,6	27,4	7,5	-	76,0	83,0	67,1	34,0	46,9	-
Aguiar Neto et al. (2014)	Texas Grano 502	K > Ca > N > Mg > P	61,8	5,0	180,6	73,1	17,3	-	68,3	86,2	57,7	51,4	61,8	-
Kurtz et al. (2016)	Bola Precoce	N > K > Ca > P > Mg	58,3	23,6	45,6	19,7	6,9	-	57,5	68,4	52,7	42,3	57,3	-
Moraes et al. (2016)	Aquarius ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	59,6	16,0	98,4	23,1	6,5	21,2	37,9	55,0	38,4	27,6	42,2	39,8
Backes et al. (2018)	Bella Vista ¹	K > N > Ca > S > P > Mg	104,0	20,0	116,0	32,0	13,0	26,0	69,8	87,0	74,1	42,1	49,8	79,5
Moraes et al. (2018)	Soberana ¹	K > Ca > N > S > P > Mg	44,6	13,4	94,6	46,7	7,9	18,9	43,6	52,3	41,1	38,4	41,1	42,2
Kurtz et al. (2020)	Epagri 363 Superprecoces	N > K > Ca > P > Mg	79,2	21,3	76,3	32,1	6,2	-	63,5	66,9	75,1	63,9	62,3	-

(¹) = Cultivar Híbrido

5 CONCLUSÕES

A cebola cultivar Baia Periforme Super Precoce apresenta crescimento inicial lento, com aceleração a partir dos 42 DAT. Maiores incrementos na massa fresca e seca da parte aérea e do bulbo ocorrem, respectivamente, nos períodos de 42 a 69 DAT e 69 a 111 DAT.

A planta da cebola acumulou 0,25; 0,04; 0,27; 0,079; 0,03 e 0,066 g planta⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

A ordem de extração pela planta foi $K > N > Ca > S > P > Mg$, com valores de 95,2; 88,2; 27,9; 22,8; 13,9 e 10,9 kg ha⁻¹. A exportação pelo bulbo correspondeu a 80,4% do N; 89,9% do P; 72,9% do K; 54,3% do Ca; 59,3% do Mg e 87,3% do S.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETO, P.; GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. S.; COSTA, N. D.; MARROCOS, S. T.; SOUZA, V. F. L. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna-RN e Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 370-380, 2014.
- AGUIRRE, T. R.; OLIVEIRA, C. P.; VILETE, V. F.; NASCIMENTO, W. P.; GOMES, V. V.; SILVA, S. M. A. Avaliação da adubação orgânica e mineral no cultivo de batata-doce na região Amazônica. **Brazil Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.8, p.62133-62142, 2020.
- ALVES, D. P.; WANSER, G. H.; LANNES, S. D.; LEITE, D. L.; OLIVEIRA, V. R. Melhoramento de cebola. *In*: NICK, CARLOS; BORÉM, ALUÍZIO. **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016. p. 251-282.
- BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J G. de; VARGAS, P. F.; SANTOS, A. J. M. Determination of growth and nutrient accumulation in Bella Vista onion. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 246-254, 2018.
- BARBIERI, R. L. (ed.). **Cebola: ciência, arte e história**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 150 p.
- BELEM, A. B.; OLIVEIRA, A. P. DE; GUIMARÃES, L. M.; CHAVES, J. T. L.; BERTINO, A. M. P. Yield of onion in soil with cattle manure and nitrogen. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, p. 149-153, 2020.
- BETTONI, M. M.; MÓGOR, A. F.; DECHAMPS, C.; SILVA, V. C. P da.; SASS, M. D.; FABBRIN, E. G. dos. Crescimento e produção de sete cultivares de cebola em sistema orgânico em plantio fora de época. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2139-2152, 2013.
- BETTONI, M. M.; MÓGOR, A. F.; PAULETTI, V.; SILVA, V. C. P da.; KOYAMA, R. Export and nutriente partitioning in organic onion. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 5, p. 683-690, 2016.
- BHATTACHARJEE, S.; SULTANA, A.; SAZZAD, M. H.; ISLAM, M. A.; AHTASHOM, M.; ASADUZZAMAN, M. Analysis of the proximate composition and energy values of two varieties of onion (*Allium cepa* L.) bulbs of different origin: A comparative study. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 2, n. 5, p. 246-253, 2013.
- BREWSTER J. L. **Onions and other vegetable alliums**. Wallingford: CABI Publishing, 1994. 236p.
- BREWSTER, J. L. **Onion and other vegetable alliums**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2008. 448 p.
- BROCH, D. L.; PAVINATO, P. S, POSSENTTI, J. C, MARTIN, T. N.; DEL QUIQUI, E. M. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, p. 791-796, 2011.

CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físicoquímicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS-NRS/EMBRAPA-CNPT, 2016. 376p. Disponível em: <https://www.sbcnrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

COSTA, N. D. (ed.). **A Cultura da Cebola**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 107 p.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. (ed.). **Cultivo de cebola no Nordeste: solos e plantio**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 90 p.

CRUZ, J. M. F. de L.; OLIVEIRA, A. P. de; FARIAS, O. R. de; SILVA, F. de A. F. D. da; SOUZA, V. F. de; SILVA, J. H. B. da. Organic fertilization and forms of application in *Allium cepa* growth, yield and bulbs quality. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 10, p. 670-676, 2021.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p. 1-11, 2009.

DELAZARI, F. T.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Cultura da cebola. In: FONTES, P. C. R.; NICK, C. **Olericultura: teoria e pratica**. Viçosa, MG: UFV, 2019, p. 499-513.

FACTOR, T. L.; TRANI, P. E.; BREDA JUNIOR, L. M.; PURQUEIRO, L. F. V.; GRANGEIRO, L. C. Correção e adubação In: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. p. 58-57.

FAO. **Food and Agricultural commodities production**. 2022. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 25 fev. 2023.

FAYAD, J. A.; COMIN, J. J.; KURTZ, C.; MAFRA, A. (org.) **Sistema de plantio Direto de Hortaliças (PPDH): O cultivo da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018, 78p.

FARUQ, M. O.; ALAM, M. S.; RAHMAN, M.; ALAM, M. S.; SHARFUDDIN, A. F. M. Growth, yield and storage performance of onion as influenced by planting time and storage condition. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 6, n. 13, p. 1179-1182, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FRITSCH, R. M.; BLATTNER, F. R.; GURUSHIDZE, M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (WEBB & BERTHEL.) Rouy (*Alliaceae*) based on

molecular and morphological caracteres. **Phyton**, Buenos Aires, v. 49, p. 145-220, 2010.

FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. *In*: MELLO PRADO, R.; CECILIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P. (Eds). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal: FCAV, 2010, p.45-62.

GABRIEL, A.; NOGUEIRA, A. F.; ZEFA, D. M.; CONSTANTINO, L. V.; OLIVEIRA, L. V. B.; FUKUJI, A. S. S.; SANTOS, R. L.; RESENDE, J. T. V. Productivity, physicochemical quality and early flowering resistance of experimental onion hybrids. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 197-207, 2022.

GRANGEIRO, L. C.; FACTOR, T. L.; JÚNIOR, J. M. B.; FILHO, A. B. C. Preparo do solo e plantio. *In*: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola do plantio a colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2018. p. 41-57.

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.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, I.S.; WHITE, P. Functions of Macronutrients. *In*: MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3 ed. San Diego: Academic Press. 2012, p.171-178.

IBGE. **PAM - Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 28 fev. 2023.

IEA. **Estatística da Produção Paulista**, 2021. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2023. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1 Acesso em: 25 fev. 2023.

IKEDA, H.; KINOSHITA, T.; YAMAMOTO, T.; YAMASAKI, A. Sowing time and temperature influence bulb development in spring-sown onion (*Allium cepa* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 244, n. 1, p. 242-248, 2019.

IKEDA, H.; YAMAMOTO, T.; KINOSHITA, T.; TSUKAZAKI, H.; YAMAZAKI, A. A comparative study on the growth and bulb development of several onion (*Allium cepa* L.) Cultivars sown in spring in the northeast region of japan. **The horticulture journal**, Kyoto, v. 89, n. 5, p. 586-592, 2020.

KIANIAN, F.; MAREFATI, N.; BOSKABADY, M.; GHASEMI, S. Z.; BOSKABADY, M. H. Pharmacological properties of *Allium cepa*, Preclinical and Clinical Evidences; A Review. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, Teerã, IR, v. 20, n. 2, p.107-134, 2021.

KUNZ, V. L.; SIRTOLI, L. F.; FURLAN, L.; POLETTI, L.; PRIMO, M. A.; RODRIGUES, J. D. Produtividade de cebola sob diferentes fontes e modos de aplicação de adubos nitrogenados em cobertura. **Revista Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 8, n. 1, p. 32-37, 2009.

KURTZ, C.; ERNANI, P.R.; COIMBRA, J.L.M.; PETRY, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p. 865-876, 2012.

KURTZ, C.; FAYAD, J. A.; NETO, J. V. Dinâmica de crescimento e absorção de nutrientes pelo cultivar de cebola Epagri 363 Superprecoce. **Brazilian Journal of Development**, Rio de Janeiro, RJ, n. 6, v. 10, p. 74696-74714, 2020.

KURTZ, C.; PAULETTI, V.; FAYAD, J. A.; VIEIRA NETO, J. Crescimento e absorção de nutrientes pela cultivar de cebola Bola Precoce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 279-288, 2016.

KURTZ, C.; SCHMITT, D. R.; SGROTT, E. Z.; WAMSER, G. H.; WERNER, H.; SANTOS, I. A. dos.; COSTA, J. V.; GONÇALVES, P. A. de S.; LANNES, S D.; CARRÉ-MISSIO, V. **Sistema de produção para a cebola**: Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 2013, 106 p. (Sistemas de Produção, 46).

LACERDA, R. R. A.; GRANGEIRO, L. C.; BERTINO, N. M. F.; GOMES, V. E. V.; COSTA, J. P. N. & ALMEIDA, A. F. Bulb yield and economic viability of onion in response to sulfur fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, n. 8, p. 602-609, 2022.

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

LI, Q. Q.; ZHOU, S. D.; HE, X. J.; YU, Y.; CHANG, Y. C.; WEI, X. Q. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: Alliace) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast rps 16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. **Annals of Botany**, Oxfordshire, v. 106, n. 5, p. 709-733, 2010.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, SP: POTAFOS. 1997. 319 p.

MALLOR, C. CARRAVEDO, M.; ESTOPAÑAN, G. M. F. Characterization of genetic resources of onion (*Allium cepa* L.) from the Spanish secondary center of diversity. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, MAD, v. 9, n. 1, p. 144-155, 2011.

MALUF, H. J. G. M.; SOARES, E. M. B.; SILVA, I. R. DA; NEVES, J. C. L.; SILVA, L. DE O. G. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, p. 1681-1689, 2015.

MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. 17p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3 ed. San Diego: Academic Press. 2012. 643 p.

MASOOD, S.; REHMAN, A. U.; IHSAN, M. A.; SHAHZAD, K.; SABIR, M.; ALAM, S.; AHMED, W.; SHAH, Z. H.; ALGHABARI, F.; MEHMOOD, A.; CHUNG, G. Antioxidant potential and α -glucosidase inhibitory activity of onion (*Allium cepa* L.) Peel and bulb extracts. **Brazilian journal of biology**, São Carlos, v. 83, p. e247168, 2023.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PORTO, D. R. DE Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, F.C. Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.67, p. 507-512, 2008.

MENDES, A. M. S.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; RESENDE, G. M.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L. **Nutrição mineral e adubação da cultura da cebola no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: EMBRAPA, 2008. 10 p.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G. de.; GONÇALVES, P. A. de.; KURTZ, C. Biomass and nutriente accumulation in onion under organic fertilization and biofertilizers. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 642-648, 2013.

MERLADETE, A. **SC é o maior produtor de cebola do Brasil**. Agrolink, 2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/sc-e-o-maior-produtor-de-cebola-dobrasil_464473.html#:~:text=Com%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20495.995,de%2030%25%20do%20total%20nacional. Acesso em: 25 de jul. de 2022.

MORAES, C. C. ARAÚJO, H. S. de.; FACTOR, T. L.; CALORI, A. H.; PURQUEIRO. Growth and nutrient accumulation and export in a short-day onion. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 4, p.1040-1047, 2018.

MORAES, C. C. ARAÚJO, H. S. de.; FACTOR, T. L.; PURQUEIRO. Fenologia e acumulação de nutrientes por cebola de dia curto em semeadura direta. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 2, p. 281-290, 2016.

NASCEREPODOSOL. 2023. Disponível em: <https://nascerepordosol.pt/sun/botucatu>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

NASREEN, S.; HAQ, S. M. I.; HOSSAIN, M. A. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. **Asian Journal of Plant Sciences**, Faisalabad, v. 2, n. 12, p. 897-902, 2005.

NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. 216p.

NODA, S. B. H. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes em híbridos de cebola**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

OLIVEIRA, V.R.; MAROUELLI, W. A.; MADEIRA, N. R. **Cebola**. Brasília: Embrapa. 2009. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cebola/arvore/CONT000gn0j7gdw02wx5ok0li q1mqd0cxnw7.html>. Acesso em: 12 jan. 2023.

OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L.; CANDEIA, J. A.; THOMAZELLI, L. F.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de cebola**. In: NASCIMENTO, W.

M. (ed.). Produção de sementes de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p.77-114.

OLUCHUKWU, A. C.; NEBECHUKWU, A. G.; EGBUNA, S. O. Enrichment of nutritional contents of sawdust by composting with other nitrogen rich agro-wastes for bio-fertilizer synthesis, **Journal of Chemical Technology and Metallurgy**, Sofia, v. 53, p. 430–436, 2018.

PÔRTO, D. Q. R.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola ‘Optima’, em cultura estabelecida por semeadura direta. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF: v. 24, n.4, p. 470-475, 2006.

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

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. Exigências climáticas e Ecofisiologia. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. 19-40p.

PURQUEIRO, L. F. V. Evolução histórica das tecnologias e insumos para sustentabilidade na olericultura. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 77-74, 2010.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo** (Boletim técnico, 100). 2.ed., Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

RATHOD, P. H.; KATKAR, R. N.; VRUSHALI, R.; BHENDE, S. M.; GHAWADE, S. R. LAKHE; KHARCHI, V. K. Effect of Sulphur and Zinc Containing Customized Fertilizers on Growth, Yield and Nutrient Uptake of Onion, **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 9, v. 1, p. 2061-2069, 2020.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. **Cultivo da cebola: Cultivares e ajustes na recomendação de adubação NPK para o Submédio do Vale do São Francisco** (Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido, 121). Petrolina, PE: Embrapa Semiárido. 2015, 4 p.

RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, F. F. D.; GUERRA, J. G.; COCHETO JUNIOR, D. G.; RIBEIRO, R. L. D. Cultivo orgânico de cultivares de cebola nas condições da Baixada Fluminense. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 120-124, 2014.

RODRIGUES, G. B.; NAKADA P. G.; SILVA, D. J. H. S.; DANTAS, G. G.; SANTOS, R. R. H. Desempenho de cultivares de cebola nos sistemas orgânicos e convencional em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, p. 206-209, 2006.

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, Gramado. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

SANTOS, J. P. dos. **Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2017.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1974. 56 p.

SILVA, R. F. da.; GALLO, A. de S.; GUIMARÃES, N. de F. Avaliação de cultivares de cebola em sistema orgânico de produção de base agroecológica no município de Glória de Dourados, MS. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n.12, e525111235007, 2022.

SOARES, J. P. G.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; MARCHI, G.; OLIVEIRA, E. R. de; GANDRA, J. R.; FERNANDES, F. D.; OLIVEIRA, A. D. de; MALAQUIAS, J. V.; MARTINS, E. de S. Pasture organic management using thermopotassium and thermophosphate in the Cerrado region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 56, p. e01469, 2021.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SigmaPlot for Windows**. version 14.0. San Jose: SYSTAT, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TERREZ, Juracci Giesel Ferreira. **Desempenho Agronômico de variedades de cebola cultivadas no oeste catarinense**. 2018. Dissertação (Mestrado em Olericultura) - Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2018.

TRANI, P. E.; BREDA JÚNIOR, J. M.; LIMA JÚNIOR, S. de. Cebola. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOR JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2022, p. 339-427.

TRANI, P. E.; FACTOR, T. L.; BREDA JR., J. M. **Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.)**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 35 p.

VENEGAS, J. G.; HARRIS, R. S.; SIMON, B. A. A comprehensive equation for the pulmonary pressure. Volume curve. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 84, p. 389-395, 1998.

VIDIGAL, S. M.; MOREIRA, M. A.; PEREIRA, P. R. G. Crescimento e absorção de nutrientes pela cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplante de mudas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 59-70, 2010.

WEINGARTNER, S.; GATIBONI, L. C.; DALL'ORSOLETTA, D. J.; KURTZ C. & MUSSI, M. Rendimento de cebola em função da dose e do modo de aplicação de fósforo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2018.