



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

GABRIELA PINHO MENESES

**DESEMPENHO DO RABANETEIRO EM RECIPIENTE COM ADUBO DE
LIBERAÇÃO CONTROLADA**

FORTALEZA

2018

GABRIELA PINHO MENESES

**DESEMPENHO DO RABANETEIRO EM RECIPIENTE COM ADUBO DE
LIBERAÇÃO CONTROLADA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientador: MSc. Hozano de Souza Lemos Neto.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M488d Meneses, Gabriela Pinho.
Desempenho do rabaneteiro em recipiente com adubo de liberação controlada / Gabriela Pinho Meneses. –
2018.
35 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientação: Prof. Me. Hozano de Souza Lemos Neto.

1. Raphanus sativus L. 2. Túberas. 3. Nutrientes. 4. Trocas gasosas. I. Título.

CDD 630

GABRIELA PINHO MENESES

**DESEMPENHO DO RABANETEIRO EM RECIPIENTE COM ADUBO DE
LIBERAÇÃO CONTROLADA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 23/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Hozano de Souza Lemos Neto (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Caris dos Santos Viana
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agrônomo Benedito Pereira Lima Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus Pais e Irmão
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar sabedoria em todos os momentos, por todas as bênçãos que Ele derrama sobre mim, por me guiar e não me deixar fraquejar.

Aos meus pais e irmão - Carlos, Irismar e Bruno - por serem o meu exemplo de vida e suporte, por todo o apoio, dedicação e amor durante todos esses anos, e por sempre me ensinarem a seguir o caminho do bem mesmo perante as adversidades.

Ao Ruan Lessa, por todo o seu companheirismo e incentivo, por ter aguentado as crises e os dramas (não foram poucos), por acreditar em mim e não me deixar desistir.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcelo de Almeida Guimarães, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, por toda a orientação e ensinamentos durante esses anos de grupo.

Ao Hozano Neto “chefeinho”, por ter sido um excelente coorientador, por toda a dedicação e conhecimento fornecido nesses últimos meses, por toda a paciência (muita paciência), e, principalmente, por ter se tornado um amigo.

A Caris Viana, por ser essa mulher incrível que está sempre disposta a ajudar, por toda a disponibilidade em todos esses anos de grupo, por seus ensinamentos e amizade.

Ao Robson Freitas de Lyra, por todo o suporte durante a condução do experimento, pelos ensinamentos, apoio, disponibilidade e paciência. Sua presença foi de fundamental importância.

Aos funcionários da Horta Didática da UFC, principalmente, ao José Rubens e Michael Anastácio, por sempre se mostrarem dispostos a ajudar.

Ao Núcleo de Estudos em Olericultura do Nordeste (NEON) e todos que fazem parte do grupo, mas, especialmente, ao Benedito, por ter sido a minha porta de entrada no grupo, por todo o conhecimento compartilhado e ajuda. Agradeço também aos outros membros por todo o companheirismo, por todos os momentos de troca de conhecimento, trabalho, descontração e amizade.

Aos amigos, por terem compartilhado comigo durante esses anos inúmeros momentos importantes, por toda a ajuda, carinho e dedicação. Todos foram de fundamental importância nessa jornada.

“Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito”. Aristóteles.

RESUMO

O rabanete é uma hortaliça de ciclo curto e porte pequeno, o que possibilita ao produtor implantar diferentes formas de cultivo em pequenas áreas. Para a produção de túberas de qualidade, é necessário que os nutrientes minerais essenciais para o crescimento das plantas, sejam disponibilizados de forma controlada e em concentrações adequadas durante todo o ciclo de produção. Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes doses de adubo de liberação controlada (ALC) na produção e fisiologia do rabanete produzido em recipientes. A pesquisa foi realizada na Horta Didática da Universidade Federal do Ceará. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de doses de ALC: 0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 g L⁻¹. Avaliou-se o número de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea, área foliar, clorofila 'a' e 'b', comprimento e diâmetro de túbera, massa fresca e seca de túbera e trocas gasosas. Houve resposta significativa para todas as variáveis avaliadas. A utilização de doses de ALC proporcionaram efeitos positivos na produção e fenologia do rabanete. As diferentes doses proporcionaram a obtenção dos valores mais expressivos para cada variável analisada, sendo que de forma geral, todos foram observados entre as doses de 13,85 e 23,64 g L⁻¹. A faixa de 15 a 17 g L⁻¹ de ALC foi a que possibilitou a obtenção dos maiores valores para os parâmetros de produção e fisiológicos das plantas de rabanete. Apesar dos resultados obtidos indicarem uma faixa de dose ótima a ser utilizada para a cultura do rabanete, o diâmetro de túberas abaixo do padrão comercial, torna necessário a realização de mais estudos com ALC na cultura do rabanete em recipientes com o intuito de se obter túberas que alcancem pelo menos o padrão mínimo de comercialização no mercado.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L. Túberas. Nutrientes. Trocas gasosas.

ABSTRACT

The radish is a short-cycle, small-sized vegetable, which enables the grower to deploy different forms of cultivation in small areas. For the production of quality tubers, it is necessary that the mineral nutrients essential for plant growth be made available in a controlled manner and in adequate concentrations throughout the production cycle. The objective of this work was to evaluate different doses of controlled release fertilizer (CRF) in radish production and physiology in a protected environment. The research was carried out at the Didactic Garden of the Federal University of Ceará. A randomized block design with six treatments and four replications was used. The treatments consisted of doses of CRF: 0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 g L⁻¹. Leaf number, shoot length, fresh and dry mass of shoot, leaf area, chlorophyll 'a' and 'b', length and diameter, fresh and dry mass of the tubers, and gas exchange. There was a significant response for all variables evaluated. The use of CRF doses provided positive effects on radish production and phenology. Different doses provided the most expressive values for each analyzed variable, and in general, all were observed between the doses of 13,85 and 23,64 g L⁻¹. The range of 15 to 17g L⁻¹ of CRF was the one that allowed to obtain the highest values for the production and physiological parameters of radish plants. Although the results indicate an optimum dose range to be used for the radish cultivation, the diameter of tubers below the commercial standard makes it necessary to carry out further studies with CRF in the radish culture in containers with the purpose of obtaining the tubes that meet at least the minimum standard of commercialization in the market.

Keywords: *Raphanus sativus* L. Tubers. Nutrients. Gas exchanges.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Médias de temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar dentro do ambiente protegido durante realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2018.....	20
Figura 2 - Comprimento da parte aérea (CPA, A), comprimento de túbera (CT, B), área foliar (AF, C) e número de folhas (NF, D) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.....	23
Figura 3 - Massa fresca da parte aérea (MFPA, A) e massa seca da parte aérea (MSPA, B) de plantas de rabanete em função das doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.....	24
Figura 4 - Massa fresca da túbera (MFT, A), massa seca da túbera (MST, B) e diâmetro da túbera (DT, C) de plantas de rabanete em função das doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.....	24
Figura 5 - Clorofila 'a' (A), clorofila 'b' (B) e relação clorofila a:b (C) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.....	26
Figura 6 - Fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, A), condutância estomática ($\text{gs- mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, B), concentração interna de CO_2 ($\text{Ci- } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, C), transpiração ($\text{E- mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, D), razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (Ci/Ca , E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci , F) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A cultura do rabanete.....	14
2.2 Uso de adubos de liberação controlada	15
2.3 Uso de recipientes na produção de hortaliças.....	17
2.4 Cultivo em ambiente protegido.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma hortaliça que pertence a família Brassicaceae, de pequeno porte, sendo sua raiz o principal órgão de interesse econômico (FILGUEIRA, 2013). Embora não possua grande relevância econômica no Brasil, é uma cultura interessante para os pequenos produtores de hortaliças. Seu ciclo curto e porte pequeno possibilitam sua utilização em diferentes sistemas de produção, bem como em sucessão a outras culturas, rotação, ou em processos de consorciação, todos possibilitando rápido retorno econômico ao produtor (PULITI *et al.*, 2009; PELLOSO *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2014).

Por ser cultivada em pequenas propriedades, nem sempre as exigências técnicas e as práticas de manejo adequadas são empregadas no seu cultivo. Para minimizar tais efeitos, o desenvolvimento de novas práticas de cultivo que possibilitem um maior controle do sistema produtivo é fundamental, sendo uma das alternativas que vem sendo estudadas atualmente a produção em recipientes (PURQUERIO *et al.*, 2016). Nesse sistema de produção, as plantas de rabanete podem permanecer nos recipientes durante todo o ciclo de desenvolvimento. Como os recipientes, bandejas plásticas multicelulares, ocupam pequeno espaço e reduzem a taxa de ocupação do solo, favorecendo de certa forma o meio ambiente já que reduzem sua contaminação pelos agroinsumos utilizados no cultivo desta cultura, esse novo sistema de cultivo pode tornar-se uma prática agrícola rentável ao produtor desde que todos os ajustes para uma maior eficiência produtiva sejam determinados.

Os primeiros estudos com produção de rabanete em recipientes plásticos começaram a ser realizados em 2017 (RUIZ, 2017), tendo sido identificada a bandeja de 30 células (100 cm³), com dimensões por célula de 4,8 cm x 1,8 cm x 9,0 cm, como aquela que proporcionou a melhor eficiência produtiva para o rabanete. No entanto, também foi apontado pelo pesquisador a necessidade de se desenvolver trabalhos futuros com o intuito de se determinar a melhor dosagem de fertilizante que possibilitasse melhorar a eficiência de produção da cultura.

Como neste sistema é reduzido o espaço para o crescimento do sistema radicular e, por consequência o volume de solo a ser explorado, o fornecimento de um suprimento nutricional adequado deve ser estudado para que haja a disponibilidade de nutrientes durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Essa disponibilização nutricional também deve levar em consideração o curto ciclo de desenvolvimento da cultura, o que torna necessário a disponibilização de uma grande quantidade de nutrientes para obtenção de níveis adequados

de produtividade em um curto espaço de tempo (OLIVEIRA *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 2016).

Há hoje, no mercado, tecnologias de adubação que contribuem para uma disponibilização constante e gradual de fertilizantes na região do sistema radicular. Essa tecnologia conhecida pelo nome de adubo de liberação controlada já é utilizada em algumas culturas agrícolas. Esse adubo disponibiliza nitrogênio, fósforo e potássio para as plantas em quantidades adequadas para satisfazer suas necessidades nutricionais durante todo ciclo produtivo (TOMAZEWSKA; JAROSIEWICZ; KARAKULSKI, 2002), porém, estudos sobre sua utilização na cultura do rabanete produzido em recipientes ainda são poucos.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes doses de adubo de liberação controlada (ALC) na produção e fisiologia do rabanete produzido em recipientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma hortaliça que vem sendo cultivada há muito tempo, havendo registros de seu cultivo há mais de três mil anos. Quanto a sua origem há controvérsias. Acredita-se que já era cultivado desde a época do antigo Egito, em que até suas folhas eram consumidas (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

Essa cultura pertencente à família Brassicaceae, a qual abrange mais de 300 gêneros e por volta de 3700 espécies, dentre estas, destacam-se algumas de importância econômica como rúcula, repolho, couve-flor, couve-brócolis, couve-de-bruxelas, agrião, dentre outras (FILGUEIRA, 2013).

O rabaneteiro é uma planta de porte pequeno, com altura chegando a no máximo 0,3 m. As folhas são bem recortadas, produz raízes globulares que são a parte de interesse comercial, possuindo características diversas quanto ao seu formato (oval, redondo ou alongado), tamanho, sabor e coloração (vermelha, amarela, rosa ou branca). A coloração de maior aceitação pelos consumidores é a de cor escarlate-brilhante e polpa branca (FILGUEIRA, 2013; MATOS *et al.*, 2015).

O consumo de rabanete ocorre de forma *in natura* em saladas, cozido ou como pickles. É rico em cálcio, fósforo, manganês e ferro, vitaminas C, B1, B2 e compostos bioativos que podem induzir enzimas protetoras, além de apresentar propriedades medicinais, como expectorante natural, estimulante do sistema digestivo e outros. O rabanete também tem baixo teor de calorias (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997; CAMARGO *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2016).

A nível mundial, o rabanete é mais cultivado no leste da Ásia (BAE, 2015). No Brasil, não há dados recentes de produção, no entanto, um levantamento feito por Ferreira e Zambon (2004) já indicavam uma produção anual de, aproximadamente, nove mil toneladas, com destaque para as regiões sul e sudeste com 87% de toda a produção. Alguns autores afirmam que o rabanete é uma cultura de pequena importância em condições de área plantada, sendo seu cultivo realizado, em maiores proporções, em propriedades localizadas nos cinturões verdes das regiões metropolitanas. O rabanete é uma cultura que merece destaque já que possui ciclo curto e pode ser produzida em pequenas áreas. Além disso, é uma ótima cultura para ser explorada em sistemas de rotação e consorciação com culturas de ciclo médio

e longo, gerando um rápido retorno financeiro ao produtor (CARDOSO; HIRAKI, 2001; PULITI, 2009; PELLOSO, 2012; MELO, 2014).

Essa cultura não é tolerante ao transplantio, sendo propagado via semeadura direta em canteiros ou em sulcos, com profundidade de no máximo 0,03 m e espaçamento entre plantas em torno de 0,10 a 0,15 m. Apesar da cultura se adaptar melhor a regiões de clima ameno, possui cultivares adaptadas a temperaturas mais elevadas. Temperaturas na faixa de 20 a 30 °C favorecem uma boa taxa de germinação e produtividade das túberas, sendo 29,4 °C a temperatura ótima e 35 °C a máxima tolerável. O rabanete não é tão exigente quanto à fertilidade do solo, mas necessita de um pH em torno de 5,5 e 6,8, boa drenagem, boa umidade do solo e aeração (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997; FILGUEIRA, 2013).

Dentre os cuidados durante o crescimento e desenvolvimento do rabanete, alguns tratamentos culturais como amontoa e irrigação merecem uma atenção especial. A amontoa é feita no momento em que as túberas ficam expostas aos raios solares, para evitar uma possível queima. A amontoa fornece maior proteção e redução de prováveis estresses relacionados à perda de umidade, o que também pode vir a causar rachaduras. Também o fornecimento de água deve ser uniforme e em quantidades adequadas, já que irregularidades em seu fornecimento também podem ocasionar rachaduras nas túberas. O consumo máximo de água pela cultura ocorre por volta do 18º dia após a germinação, sendo necessário estar atento durante esse período para que não ocorra sua falta, acarretando estresse e murchamento da planta (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997; FILGUEIRA, 2013).

A colheita do rabanete pode ser realizado entre 25 a 30 dias após a semeadura, quando se utilizam cultivares precoces. Para cultivares comuns um tempo de ciclo com 35 dias pode ser adotado. Neste caso é importante estar atento ao prolongamento do ciclo, pois, caso ultrapassem o estágio apropriado, as raízes poderão ter um sabor amargo e uma textura mais rígida. Em geral, sua colheita é feita manualmente, sendo as túberas lavadas, reunidas em maços ou pacotes e comercializadas nas bancas de feiras livres e supermercados (OLIVEIRA, 2001; GUIMARÃES; FEITOSA, 2014).

2.2 Uso de adubos de liberação controlada

O uso da tecnologia de adubos de liberação controlada (ALC) vem aumentando no meio agrícola, principalmente por demonstrar maior eficiência de liberação e eficiência na sua utilização. Por existir uma frequente necessidade de aplicação de nutrientes, devido à perda dos mesmos por lixiviação ocasionada por irrigações mal controladas, se faz importante

à aplicação de adubos de liberação retardada ou controlada (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETI, 2010). Esses adubos tem como propósito o fornecimento contínuo de nutrientes, sem excesso ou falta, favorecendo um compartilhamento homogêneo e simultâneo de seus nutrientes (SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004).

Os ALCs são um conjunto de cápsulas recobertas com uma resina biodegradável que ao entrar em contato com o vapor d'água, penetra no grânulo dissolvendo os nutrientes através de estruturas porosas. Os nutrientes são liberados gradualmente no substrato, em função da umidade e temperatura do solo (BRONDANI *et al.*, 2008; SERRANO; CATTANEO; FERREGUETI, 2010). A liberação do adubo consiste de três etapas. Na fase inicial ocorre pouca liberação do fertilizante devido à necessidade do preenchimento de água nos espaços porosos internos do grânulo; na segunda fase, ocorre uma liberação gradual e constante, em função dos espaços estarem preenchidos com água; já na terceira fase, começa a ocorrer um decréscimo no fornecimento do nutriente (DU *et al.*, 2006; MARIANO *et al.*, 2011).

Pela suplementação contínua, a utilização desses adubos pode ajudar em sistemas de produção que contenham espaço restrito para o desenvolvimento do sistema radicular, já que podem fornecer de forma gradual, a cultura, nutrientes necessários para o seu ciclo de desenvolvimento, o que não seria possível conseguir com os adubos tradicionalmente utilizados (ROSSA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2007). É importante ressaltar que esses nutrientes devem ser disponibilizados de forma equilibrada de acordo com a demanda nutricional da cultura, levando em consideração o tempo necessário para o seu desenvolvimento (ROSSA *et al.*, 2013).

Os ALCs são vantajosos por reduzir perdas de nitrogênio por lixiviação (ALVES *et al.*, 2018), apresentando-se também como uma boa opção para a redução da poluição ambiental, já que por liberarem lentamente os nutrientes, diminuem os riscos de lixiviação e, conseqüentemente, o escoamento excessivo de nutrientes para o lençol freático e cursos de água (LANA *et al.*, 2010). Outra vantagem dos ALCs é a redução nos danos causados às sementes e às raízes devido à alta concentração de sais, facilitando o manuseio e a redução dos custos de produção (DINALLI; CASTILHO; GAZOLA, 2012; ALVES *et al.*, 2018). Como desvantagem apresenta um alto custo, necessitando de dosagens adequadas e as vezes de altas temperaturas, caso se deseje uma liberação mais rápida (LANA *et al.*, 2010; ROSSA *et al.*, 2013).

2.3 Uso de recipientes na produção de hortaliças

O uso de recipientes na produção de hortaliças sempre esteve relacionado a proteção da planta nos estádios iniciais de seu crescimento e desenvolvimento. Os recipientes são muito utilizados para a produção de mudas de hortaliças que após um determinado tempo, e com certo número de folhas, são transplantadas para um local de cultivo definitivo. Mais recentemente, alguns pesquisadores tem utilizado recipientes como uma nova forma de cultivo de plantas (OLIMPIO, 2017; RUIZ, 2017), sendo todo seu ciclo de desenvolvimento realizado no recipiente, em um meio de sustentação sólido, o substrato (REIS, 2014).

Por ser uma forma recente e limitada de produção de hortaliças, ainda são introdutórios os estudos que abordam essa técnica, no entanto, como já demonstrado em algumas pesquisas, pode ser uma alternativa de produção de grande interesse aos produtores, já que possibilita o desenvolvimento das plantas durante todo o seu ciclo produtivo, fora do solo, o que possibilita a oferta de túberas de melhor qualidade (RODRIGUES *et al.*, 2010; REIS, 2014).

Há no mercado diferentes tipos, formas e tamanhos de recipientes, os quais podem ser individualizados ou subdivididos. Os individualizados caracterizam-se pelos vasos, sacos de polietileno e tubetes; enquanto que, os subdivididos, caracterizam-se pelas bandejas de polietileno rígido ou flexível e bandejas de isopor (GUIMARÃES; FEITOSA, 2015). A escolha do recipiente deve estar fundamentada na tecnologia disponível, na cultura utilizada, no tempo de produção e nas condições climáticas locais. Isso porque o tamanho do recipiente afeta diretamente o volume disponível para o desenvolvimento radicular, podendo acarretar em restrições significativas no desenvolvimento das plantas, uma vez que são as raízes as responsáveis pela absorção de água e nutrientes (LIMA *et al.*, 2006; OVIEDO, 2007). Assim, um volume restrito pode comprometer o crescimento e a produção de biomassa da planta (ECHER *et al.*, 2007; CALDAS, 2008), enquanto que, volumes maiores podem proporcionar melhor crescimento e arquitetura das plantas.

Quando utilizados de maneira adequada em relação ao seu formato e volume, os recipientes propiciam boas condições para o desenvolvimento das plantas e possibilitam maior agregação entre o sistema radicular e o substrato (LIMA *et al.*, 2006). Dessa maneira, pode-se aperfeiçoar o processo de produção, a partir da utilização de recipientes preenchidos com substratos, combinado-os com práticas de suplementação nutricional e manejo da irrigação, o que pode possibilitar o aumento da eficiência desse tipo de cultivo (DANNER *et al.*, 2007).

Dentre os tipos de recipientes utilizados na produção de hortaliças, os recipientes multicelulares têm sido uma importante alternativa já que possibilitam aumento na eficiência de produção. Apesar do exposto, especial atenção deve ser dada ao tamanho do recipiente, já que é o tamanho da célula que vai determinar a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, bem como suas intercepções por luz. Se bem planejado, o cultivo em recipientes pode tornar possível o desenvolvimento da cultura, proporcionando condições ideais durante todo seu ciclo de desenvolvimento (PEREIRA; MARTINEZ, 1999; CHARLO *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2014).

2.4 Cultivo em ambiente protegido

O ambiente protegido é um sistema de produção agrícola que se caracteriza pelo uso de estruturas de cobertura, viabilizando o controle parcial ou total das variáveis climáticas, possibilitando o aumento da regularidade da produção e, assim, auxiliando produtores, técnicos e agrônomos durante o cultivo. O uso do ambiente protegido na agricultura não é tão recente. Na década de 1990 a produção em sistema protegido era de aproximadamente 716 mil hectares, sendo na década seguinte observado grande incremento de área, que foi para cerca de 3,1 milhões de hectares, concentrados em sua maior parte para a produção de hortaliças. No mundo a China é responsável por concentrar a maior área de cultivo protegido. No Brasil, a área total fica em torno de 23 mil hectares, sendo o estado de São Paulo o que apresenta a maior área (GRANDE *et al.*, 2003; FIGUEIREDO, 2011; FILGUEIRA, 2013; SILVA *et al.*, 2014).

Segundo Cermeño (1990) o ambiente protegido pode proporcionar produtividades superiores às observadas em campo. A sua utilização torna praticável a exploração de culturas ao longo do ano todo, independentemente das condições ambientais, o que proporciona ao produtor um maior retorno econômico devido à possibilidade de produção e comercialização em época de entressafra, contribuindo para uma regularidade na oferta de alimento (BEZERRA, 2003; SILVA *et al.*, 2014).

Uma das principais formas de cultivo protegido existentes é o telado. Esse formato de cultivo protegido proporciona uma redução na utilização de produtos químicos já que reduz a entrada de pragas devido ao isolamento do ambiente, também reduz a demanda hídrica em consequência de uma menor evapotranspiração já que menor é a incidência de radiação no ambiente de cultivo, além disso, possibilita a redução da temperatura do ar, do solo e da luminosidade, criando um microclima mais favorável para o cultivo de hortaliças em

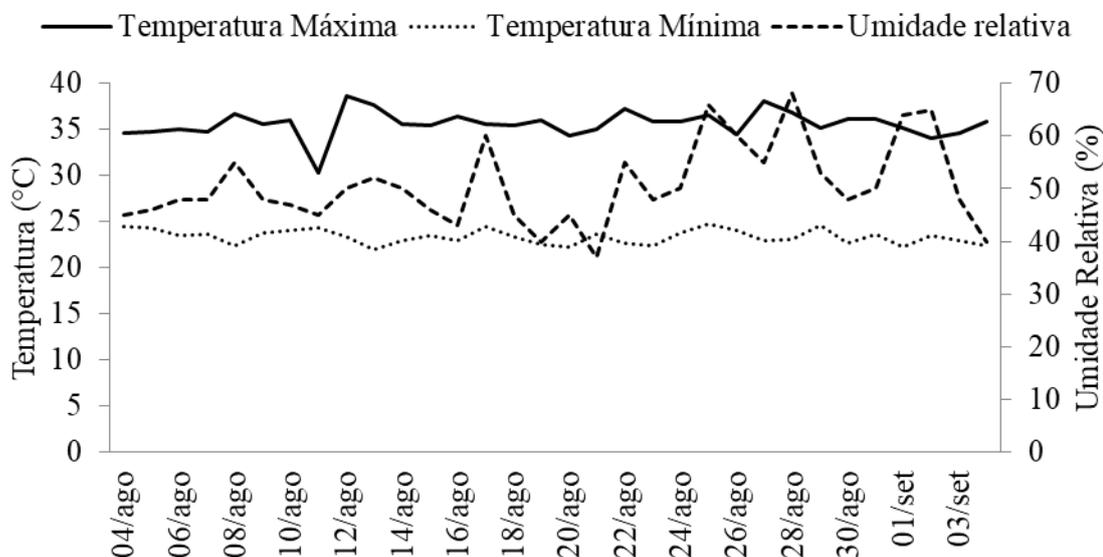
condições tropicais (BEZERRA, 2003; KOETZ *et al.*, 2006; MAGGI *et al.*, 2006; PURQUERIO; TIVELLI, 2006; SANTOS *et al.*, 2010; RAMPAZZO *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Horta Didática do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Campus Pici, em Fortaleza – CE (3° 44' 22" S e 38° 34' 35" O, altitude de 21 m), no período de agosto a setembro de 2018. O clima da região é do tipo 'As', tropical com verão seco (ALVARES *et al.*, 2014), com média de temperatura anual de 26 °C e precipitação média anual de aproximadamente 1.450 mm.

O experimento foi instalado em um ambiente protegido do tipo telado, construído com estrutura de madeira, medindo 3,7 m de comprimento, 3 m de largura e 2,8 m de altura, com cobertura e fechamento lateral de tela de sombreamento em monofilamento, na cor preta, com malha de 30% de sombreamento. Durante a realização do experimento, foram registradas as médias de temperatura oscilando entre 23,4 a 35,6 °C e umidade relativa do ar em torno de 49,7% (FIGURA 1).

Figura 1 - Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar dentro do



ambiente protegido durante realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2018.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de doses de adubo de liberação controlada (ALC): 0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 g L⁻¹. A parcela foi composta por 25 plantas, considerando-se como área útil as 10 plantas centrais.

Para o cultivo das plantas, foi utilizado como recipiente bandejas de 100 cm³.célula⁻¹, preenchidas com substrato formulado a partir da mistura de húmus de minhoca e vermiculita (na proporção de 3:2 em v:v). As características químicas do substrato utilizado antes de ser feita a incorporação das diferentes doses de adubo e da vermiculita para o preenchimento das células estão apresentados abaixo (TABELA 1).

Tabela 1 – Características químicas do substrato utilizado no cultivo de rabanete. Fortaleza, UFC, 2018.

Características Químicas	Valor	Unidade
N	11,8	g dm ⁻³
P	5,6	g dm ⁻³
K	4,0	g dm ⁻³
Ca	14,8	g dm ⁻³
Mg	5,6	g dm ⁻³
S	3,9	g dm ⁻³
C.O	8,26	%
C/N	7,0	-
Zn	203,6	mg dm ⁻³
Fe	5204,3	mg dm ⁻³
Mn	215,0	mg dm ⁻³
Cu	16,6	mg dm ⁻³
B	16,9	mg dm ⁻³
pH	7,4	-
Na	0,034	%
M.O	142,4	g kg ⁻¹

Fonte: Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda, 2018.

Logo após a formulação do substrato, foi adicionado o adubo de liberação controlada, Forth Cote mini 3M, fórmula NPK (14%-14%-14%) com liberação lenta dos nutrientes. A semeadura foi realizada no dia 04 de agosto de 2018, sendo utilizada a cultivar de rabanete ‘Zapp’, onde foram semeadas três sementes por célula.

Realizou-se o desbaste das plântulas aos cinco dias após a semeadura (DAS), deixando-se apenas uma por célula. A irrigação foi realizada utilizando-se um sistema de microaspersão, sendo feita uma vez ao dia durante os 20 primeiros DAS e duas vezes ao dia, início da manhã e final da tarde durante os últimos 11 DAS, ambas com duração de 5 minutos.

Aos 28 DAS foram realizadas as avaliações de trocas gasosas utilizando o IRGA (*Infra Red Gas Analyzer*). Essas avaliações foram feitas em folhas terceiro médio totalmente expandido. Os parâmetros avaliados foram: fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (C_i/C_a) e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i). Foram realizadas também a avaliação das clorofilas 'a' e 'b', aos 30 DAS, com um clorofilômetro (Clorofilog CFL-1030 da Falker). As leituras foram feitas em folhas completamente desenvolvidas.

Aos 31 DAS, as plantas foram colhidas para determinação das variáveis relacionadas ao crescimento da planta e da túbera. Foram avaliadas as características: comprimento da parte aérea (CPA, cm), número de folhas (NF), área foliar (AF, cm^2), diâmetro da túbera (DT, cm), comprimento da túbera (CT, cm), massa fresca da túbera (MFT, g), massa fresca da parte aérea (MFPA, g), massa seca da túbera (MST, g), massa seca da parte aérea (MSPA, g).

Para a medição do CPA e do CT, utilizou-se uma régua graduada em milímetros, para DT, um paquímetro digital. Em seguida as plantas foram separadas em raiz e parte aérea, onde foram pesadas individualmente obtendo-se os valores de massa fresca, através de uma balança de precisão de quatro casas decimais. A determinação da área foliar (AF) foi realizada com auxílio de um integrador de área foliar LI-COR®, modelo LI 3100.

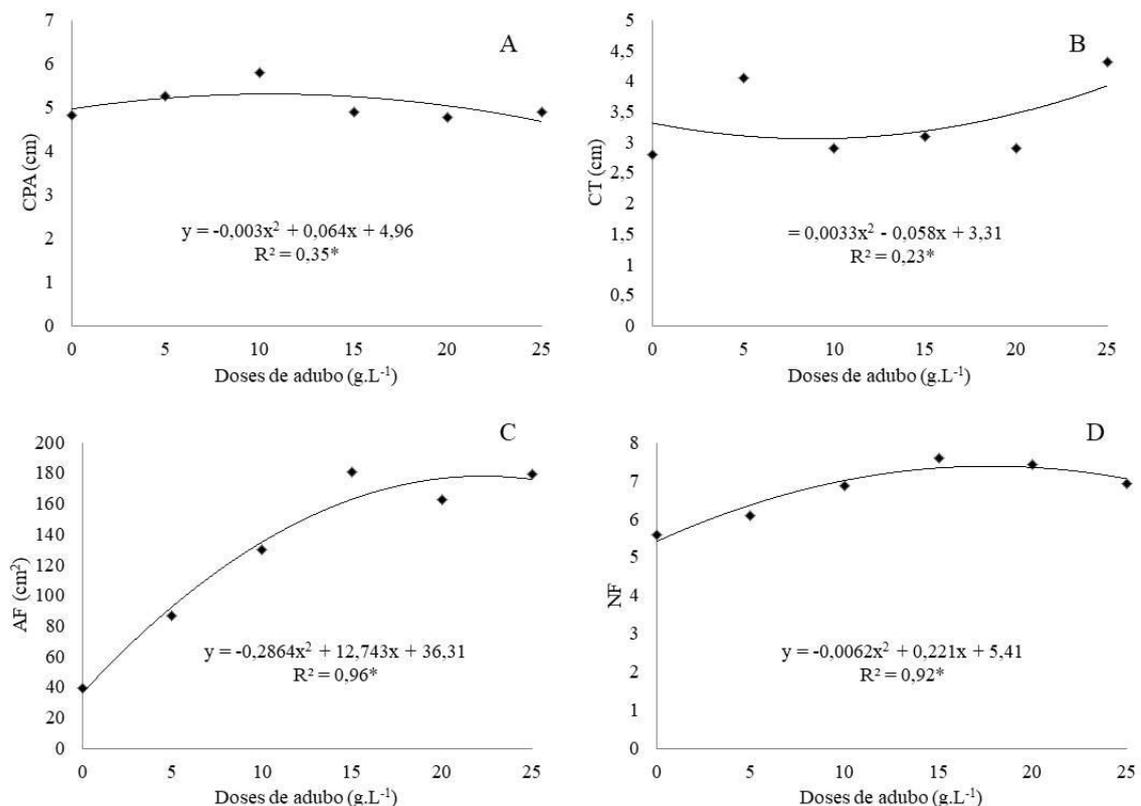
Em seguida, tanto a parte aérea como as túberas foram alocados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a 65°C , por um período de 48 horas, até obtenção da massa constante. A massa seca da parte aérea e raiz foram determinadas em balança de precisão.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F. Para as doses de ALC, ajustou-se modelos regressão. Para análise dos dados, utilizou-se o *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise de variância, verificou-se efeito das doses de adubo de liberação controlada (ALC) nas variáveis relacionadas ao crescimento da parte aérea, de túberas e na fisiologia das plantas de rabanete. Para o comprimento da parte aérea (CPA), de túbera (CT), área foliar (AF) e número de folhas (NF), observou-se resposta quadrática, com máximo de 5,30 cm; 3,05 cm; 178,00 cm² e de 7 folhas, nas doses de 10,66; 8,79; 22,25 e 17,82 g L⁻¹, respectivamente (Figura 2). De forma geral, as maiores doses de ALC utilizadas proporcionaram maior AF e NF em relação ao controle (Figura 2 C e D).

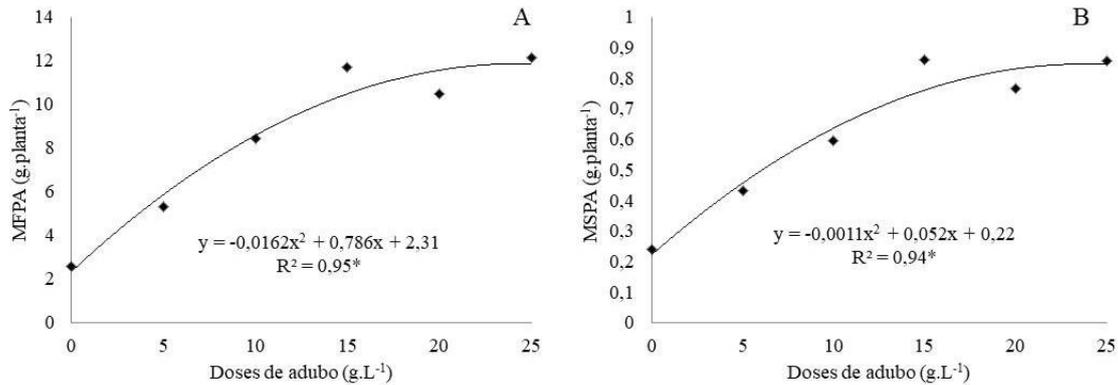
Figura 2 - Comprimento da parte aérea (CPA, A), de túbera (CT, B), área foliar (AF, C) e número de folhas (NF, D) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.



Para a massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) foram observados também um ajuste quadrático, com pontos de máxima resposta nas doses de 24,26 e 23,64 g,

respectivamente (Figura 3 A e B).

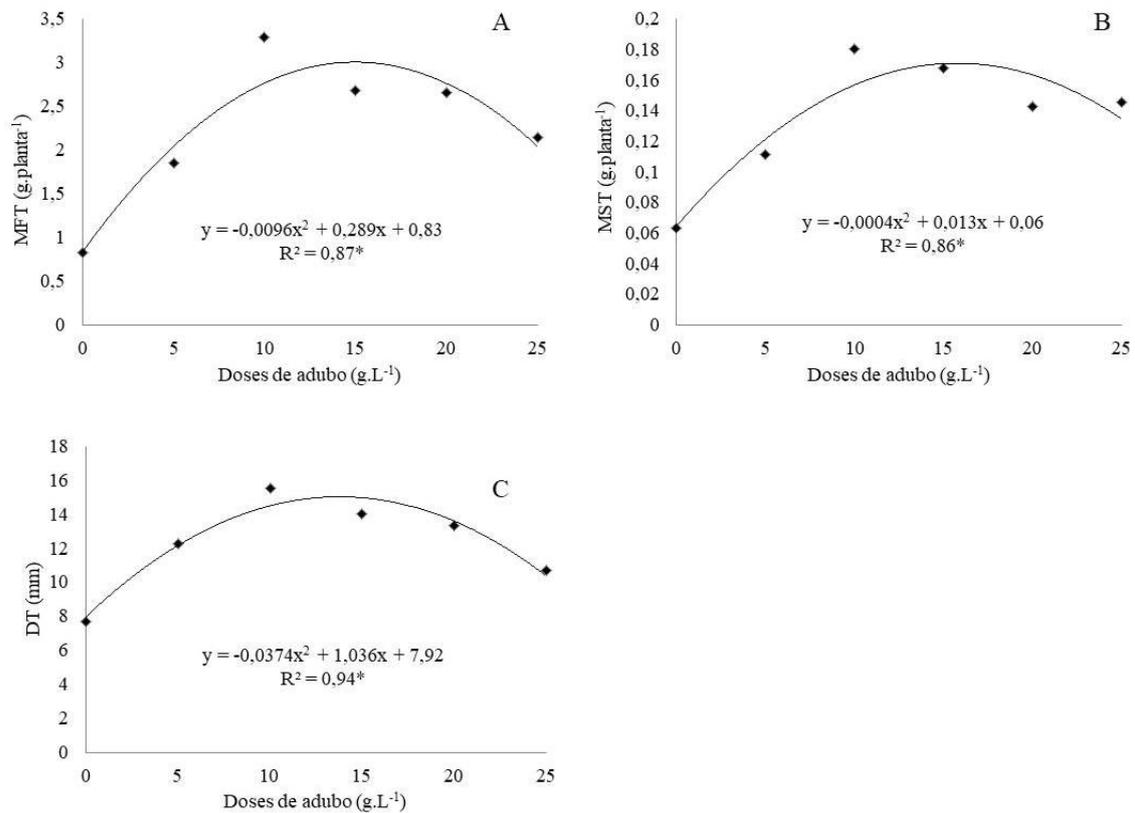
Figura 3 – Massa fresca da parte aérea (MFPA, A) e seca da parte aérea (MSPA, B) de plantas de rabanete em função das doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.



Verificou-se que o aumento das doses de adubo promoveram incrementos na massa fresca e seca da parte aérea ao longo do ciclo da cultura. A dose de 24,22 g proporcionou um acúmulo máximo de 11,84 g planta⁻¹ de massa fresca, enquanto que a dose de 23,64 g proporcionou um acúmulo de 0,83 g planta⁻¹ de massa seca.

Para o diâmetro da túbera (DT), massa fresca da túbera (MFT) e massa seca da túbera (MST), observou-se um ajuste quadrático, onde se obteve pontos de máxima resposta nas doses 13,85; 15,05 e 16,25 g L⁻¹, respectivamente (Figura 4 A, B e C).

Figura 4 – Massa fresca da túbera (MFT, A), massa seca da túbera (MST, B) e diâmetro da túbera (DT, C) de plantas de rabanete em função das doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.



A maior MFT obtida (3 g planta⁻¹) foi verificada na dosagem de 15,05 g, e para MST (0,17 g planta⁻¹) na dosagem de 16,25 g. El-Desuki *et al.* (2005) trabalhando com a cultura do rabanete obtiveram massa fresca da raiz de 23,35 e 28,50 g planta⁻¹ quando utilizadas as maiores dosagens de nitrogênio.

Para o diâmetro de túbera, o valor máximo de 15,1 mm foi observado para a dose de 13,85 g. Este valor de DT está abaixo do diâmetro comercial que é de 20 mm (ARUNA; NISHADH, 2014) o que torna necessário a realização de mais pesquisas com o intuito de se melhorar o processo produtivo e obter túberas com maiores diâmetros.

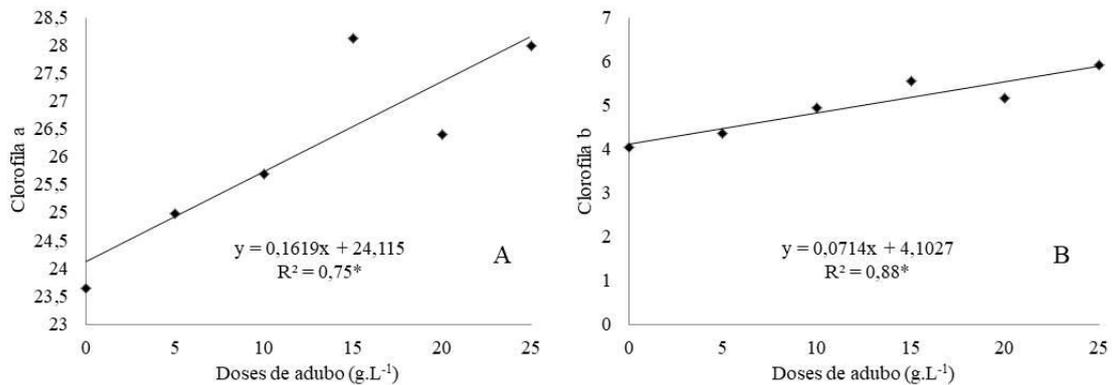
De forma geral os resultados obtidos indicam que há uma faixa ideal de ALC a ser fornecida para as plantas de rabanete quando o objetivo é a produção de túberas. O aumento no fornecimento dos elementos minerais essenciais, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), constituintes predominantes no ALC utilizado, influenciaram positivamente nos diversos parâmetros de crescimento e desenvolvimento observados para as plantas de rabanete. Estes minerais essenciais são constituintes de várias enzimas e hormônios que atuam em diversos processos nas plantas. O N, por exemplo, atua diretamente na divisão e multiplicação celular (ENGELS; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 1997), o que interfere no acúmulo de massa nas folhas e na expansão foliar. Tais observações estão em acordo com Aquino *et al.* (2006) e El-Desuki *et al.* (2005), que também observaram efeitos

semelhantes para a cultura do feijoeiro e rabanete. Já o K age no crescimento das raízes uma vez que é o responsável por atuar em vários processos metabólicos resultando em efeitos positivos para as plantas (MEURER; TIECHER; MATTIELLO, 2018). O P proporciona aumento do comprimento e do diâmetro radicular de plantas, já que estimula o crescimento das raízes, bem como a maior absorção e a translocação de nutrientes nas plantas (YADAV *et al.*, 2018).

É importante destacar que nas doses máximas de ALC, avaliadas, observou-se um decréscimo nas massas fresca e seca de túberas enquanto as massas fresca e seca da parte aérea continuaram aumentando até alcançar uma estabilidade próxima a dose máxima utilizada, que foi de 25 g.L⁻¹ (Figura 3 A e B). Tais resultados podem indicar um fornecimento excessivo de nitrogênio no substrato de crescimento das plantas. Quando isso acontece, observa-se um crescimento exagerado da parte vegetativa (FILGUEIRA, 2013), o que é prejudicial a produtividade dos cultivos. Oliveira *et al.* (2014) observaram efeitos similares aos obtidos neste trabalho já que ao utilizarem doses mais elevadas de N, também verificaram decréscimo no diâmetro das túberas de rabanete.

Para a clorofila 'a' e 'b' foi observado um comportamento linear crescente com o aumento da dosagem de adubo de liberação controlada (Figura 5 A e B). Respostas similares foram obtidas por outros pesquisadores trabalhando com as culturas de alface e rabanete (VIANA *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2015; CAETANO *et al.*, 2015). Esse tipo de resposta pode ser explicado pelo fato de que adubações contendo maiores níveis de nitrogênio parecem favorecer a produção de biomoléculas como a clorofila, fundamental no processo de realização de fotossíntese nas plantas (MENGEL; KIRBY, 2001). De acordo com Silva *et al.* (2011) o índice de clorofila pode ser correlacionado positivamente com a concentração foliar de nitrogênio.

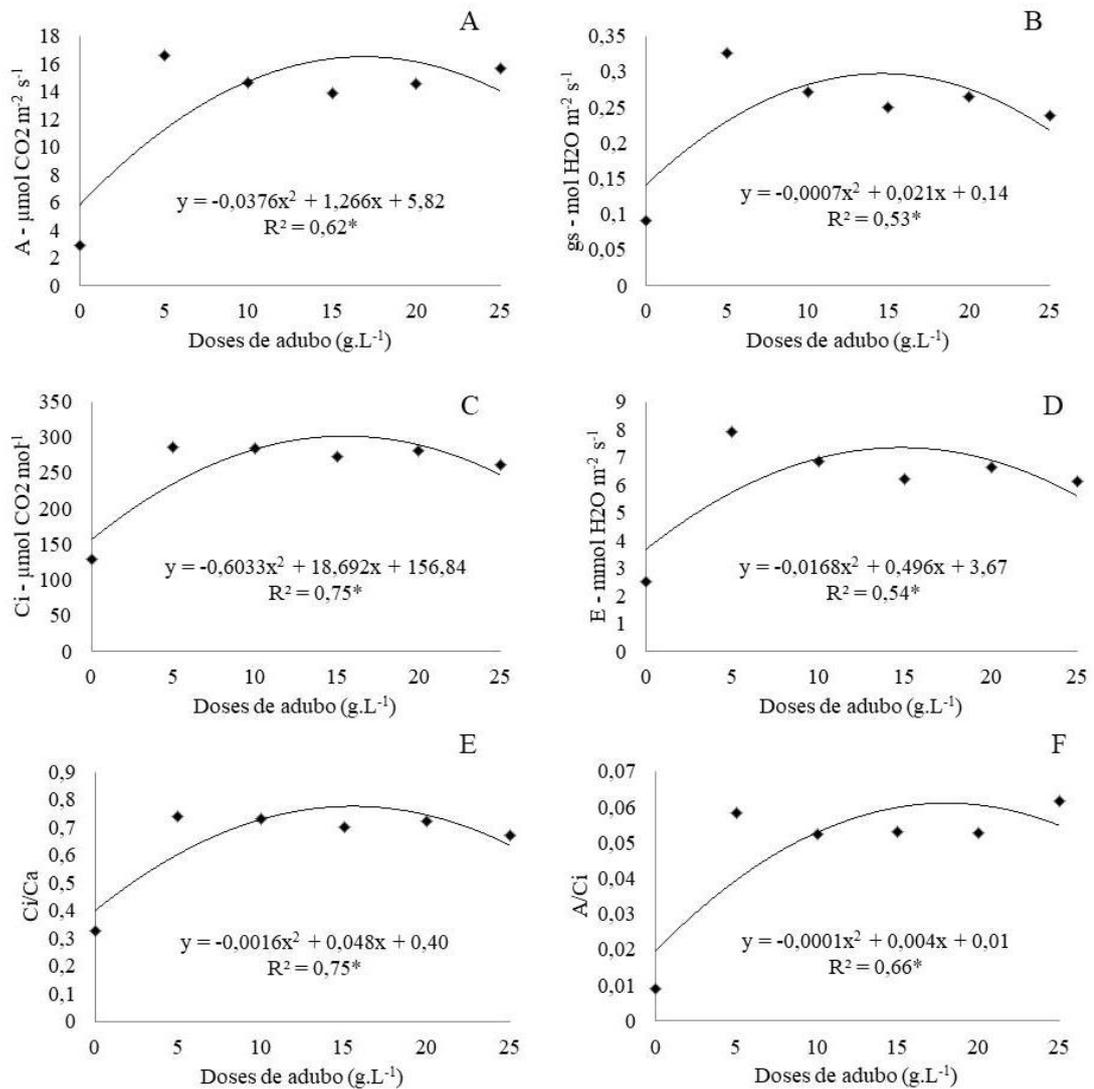
Figura 5 - Clorofila 'a' (A) e clorofila 'b' (B) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.



Os maiores teores de clorofila “a” em detrimento da “b”, normal nos vegetais verdes, acontece porque a primeira é sempre a mais influente no processo fotossintético já que faz parte do centro de reação do fotossistema, enquanto que a clorofila ‘b’ atua mais como elemento acessório, ampliando a capacidade da planta em captar mais energia luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para a fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (C_i), razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (C_i/C_a) e eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) pode-se observar efeitos das dosagens de adubo de liberação controlada, com um ajuste de regressão quadrática (Figura 6).

Figura 6 – Fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol } CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, A), condutância estomática (g_s - $\text{mol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, B), concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol } CO_2 \text{ mol}^{-1}$, C), transpiração (E - $\text{mmol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, D), razão entre a concentração interna de CO_2 e a ambiente (C_i/C_a , E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i , F) de plantas de rabanete em função de doses de adubo de liberação controlada. Fortaleza, UFC, 2018.



Através da avaliação do comportamento da curva de resposta da cultura em relação as doses de ALC, verificou-se que houve um incremento máximo para a fotossíntese de $16,48 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; $0,29 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para condutância estomática; $301,62 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ na concentração interna de CO_2 e $7,33 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na transpiração, para as doses $16,84$; 15 ; $15,49$ e $14,76 \text{ g}$, respectivamente.

Para todas essas variáveis, foram observados comportamentos similares. A maior fotossíntese líquida observada, coincide com os parâmetros relacionados a produção e crescimento de túbera, momento em que a planta demanda maiores quantidades de CO_2 para a produção de fotoassimilados. Essa maior realização de fotossíntese líquida exige maior disponibilidade de CO_2 internamente nos estômatos. Essa maior disponibilidade de CO_2 no espaço interno da cavidade estomática pode estar sendo ocasionada pela maior abertura estomática observada, o que também culmina em maiores níveis de transpiração por parte da planta. O ponto de máximo observado para o fator eficiência de carboxilação, assim como os

demais fatores, também indicam a existência de uma dosagem de ALC, entre 15 e 17 g.L⁻¹, que possibilite maior eficiência fisiológica pelas plantas. Logo, quanto maior for a fotossíntese, maior tende a ser o consumo de CO₂ e, conseqüentemente, maior a A/Ci. Uma vez que ocorre a redução do CO₂ interno, a planta ativa a abertura do estômato, favorecendo incremento na condutância estomática. Doses de ALCs abaixo ou acima da faixa apontada tendem a ser prejudiciais para as plantas. Abaixo elas não conseguem expressar seu potencial produtivo por deficiência e, acima, podem estar passando por processos de toxidez por excesso de nutrientes.

5 CONCLUSÃO

A utilização de doses de adubos de liberação controlada na faixa de 15 a 17 g.L⁻¹ proporcionaram efeitos positivos na produção e fisiologia do rabanete produzido em recipientes plásticos em ambiente protegido.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Piracicaba, v. 22, n. 6, 711-728, Janeiro, 2014.
- ALVES, P. F. S. *et al.* Eficiência do fertilizante nitrogenado de liberação controlada nas características agronômicas e produção de sementes do quiabeiro. **Revista Brasileira Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 83-89, Junho, 2018.
- ARUNA, S., NISHADH, A. Effect of Thermal Processing On the Biochemical Parameters of Radish. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, Tamil Nadu, v. 3, n. 1, February, 2014.
- AQUINO, L. A. *et al.* Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p.199-203, Abril-Junho, 2006.
- BAE, K. M. *et al.* Development of Genomic SSR Markers and Genetic Diversity Analysis in Cultivated Radish (*Raphanus sativus* L.). **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 56, n. 2, 216-224, April, 2015.
- BEZERRA, F. C. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. / Fred Carvalho Bezerra. - Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2003. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- BRONDANI, G. E. *et al.* Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angicobranco **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, 167-176, Março, 2008.
- CAETANO, A. O. *et al.* Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura do rabanete. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia – MS, v. 2, n. 4, p. 55-59, Outubro-Dezembro, 2015.
- CALDAS, R. R. *et al.* Característica de recipiente e densidade de plantas de pepino, cultivadas em substrato de fibra de coco com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, Julho-Agosto, 2008.
- CAMARGO, G. A. *et al.* Bebidas naturais de frutas: perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 181-195, Maio-Agosto, 2007.
- CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 196-199, Novembro, 2001.
- CASTRO, B. F. *et al.* Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 341-348, Setembro, 2016.

CHARLO, H. C. O. *et al.* Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 155-159, Abril-Junho, 2009.

CERMEÑO, Z. S. Estufas instalação e manejo. Lisboa: Litexa. 1990. 355p.

DANNER, M. A. *et al.* Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n.1, p. 179-182, Abril, 2007.

DINALLI, R. P.; CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. M. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 21, n. 1, p. 10-15, Julho, 2012.

DU, C.; ZHOU, J.; SHAVIV, A. Release characteristics of nutrients from polymer-coated compound controlled release fertilizers. **Journal of Polymers and the Environment**. v.14, n. 3, p. 223-230, July, 2006.

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, p.41-71.1995.

ECHER, M. M. *et al.* Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e tipo de bandeja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p. 45-50, Janeiro-Março, 2007.

EL-DE SUKI, M. *et al.* Effect of plant density and nitrogen application on the growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.). **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 3, p. 225-229, 2005.

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

FERREIRA, C. J.; ZAMBON, F. R. A. Análise dos preços de rabanete no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004.

FERREIRA, L. G. *et al.* Bandejas e substratos na produção de mudas de almeirão. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 400, Dezembro, 2014.

FIGUEIREDO, G. J. B. Produção em Ambiente Protegido. **Revista Casa da Agricultura**, n. 2, Abril-Maio-Junho, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.

GUIMARÃES, M. A.; FEITOSA, F. C. Rabanete: condições ideais para o cultivo. **Campo & Negócios HF**, Uberlândia, v. 8, n. 106, p. 06-09, 2014.

GUIMARÃES, M. A.; FEITOSA, F. R. C. **Implantação de hortas: aspectos a serem considerados**. 1. ed. Fortaleza: Prontograf Gráfica e Editora, 2015.

GRANDE, L. *et al.* O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, Abril-Junho, 2003.

KOETZ, M. *et al.* Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface-americana em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p.730-737, Setembro-Dezembro, 2006.

LANA, M. C.; LUCHESE, A. V.; BRACCINI, A. L. Disponibilidade de nutrientes pelo fertilizante de liberação controlada Osmocote e composição do substrato para produção de mudas de *Eucalyptus saligna*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 9, n. 1, p. 68-81, 2010.

LIMA, R. L. S. *et al.* Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 480-486, Maio-Junho, 2006.

LIMA, L. G. F. *et al.* Influência da aplicação de potássio nas características vegetativas da cultura do rabanete. In: **IV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IF GOIANO**, Setembro 2015, Goiás.

LIMA, V. N. *et al.* The Cumulative Effects of Sewage Sludge Compost on *Raphanus sativus* L. **Green and Sustainable Chemistry**, v. 6, n.1, p. 1-10, February, 2016.

MAGGI, M. F. *et al.* Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 415-427, Julho-Setembro, 2006.

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

MARIANO, E. *et al.* Adubos e Adubação. Revisão de literatura. Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2011.

MATOS, R. M. *et al.* Crescimento e produção de rabanete irrigado com água residuária tratada em ambiente protegido. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 46-55, Abril-Junho, 2015.

MELO, F. N. B. *et al.* Desempenho produtivo do rabanete sob diferentes quantidades de palha de carnaúba mais esterco bovino em cobertura. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 47-52, Julho-Setembro, 2014.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MEURER, E.J.; TIECHER, T.; MATTIELLO, G. XII POTÁSSIO. In: Fernandes MS, Souza SR, Santos LA, editores. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2ª ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2018.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETTO, J. **Rabanete: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argiloso**. Piracicaba: ESALQ, 1997.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Avaliação Agronômica do Consórcio entre Repolho e Rabanete sob Manejo Orgânico. **Embrapa Agrobiologia**, n. 48, p. 2, 2001. ISSN 1517 – 8862.

OLIVEIRA, F. R. A. *et al.* Interações entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 519-526, Outubro-Dezembro, 2010.

OLIVEIRA, G. Q. *et al.* Aspectos produtivos do rabanete em função da adubação nitrogenada com e sem hidrogel. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. 1, p. 89-100, Junho, 2014.

OLIMPIO, L. S. **Recipientes e densidades de cultivo na produção de coentro em ambiente protegido**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OVIEDO, V. R. S. **Produção de tomate em função da idade da muda e volume do recipiente**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PELLOSO, I. A. O. *et al.* Produção e renda bruta da calêndula, alface e rabanete solteiros e consorciados com dois arranjos de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 459-470, Abril, 2012.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 24-31, 1999.

PULITI, J. P. M. *et al.* Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 3003-3008, Agosto, 2009.

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Manual técnico de orientação: projeto hortalimento**. São Paulo: **Codeagro**, p. 15-29, 2006.

PURQUERIO, L. F. V. *et al.* Produção de baby leaf em bandejas utilizadas para produção de mudas e em hidroponia NFT. In: Warley Marcos Nascimento; Ricardo Borges Pereira. (Org.). **Produção de mudas de hortaliças**. 1ed. Brasília/DF: Embrapa, 2016, v. 1, p. 221-253.

RAMPAZZO, R. *et al.* Eficiência de telas termorefletoras e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 33-42, Fevereiro, 2014.

REIS, M. Sugestões para a uniformização das designações relativas aos sistemas de cultivo sem solo. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, Lisboa, v. 115, p. 15-19, 2014.

RODRIGUES, E. T. *et al.* Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 483-488, Outubro-Dezembro, 2010.

ROSSA, U. B. *et al.* Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 93-104, Abril, 2013.

RUIZ, S. R. **Recipientes e doses de adubo de liberação controlada na produção de rabanete em ambiente protegido**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, C.M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 83-93, Dezembro, 2010.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de Fertilizante de Liberação Lenta na Formação do Porta-Enxerto ‘TRIFOLIATA’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 520-523, Dezembro, 2004.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 874-883, Setembro, 2010.

SILVA, E.A.; AMARAL, J.A.; CASTILHO, R.M.M. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Helianthus Annus* L. cv. Sunbright Supreme. In: XIX Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 2007, Ilha Solteira/SP. XIX Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 2007.

SILVA, M. C. S. *et al.* Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 971-977, Outubro-Dezembro, 2011.

SILVA, B.A.; SILVA, A.R.; PAGIUCA, L.G. Cultivo protegido: em busca de mais eficiência produtiva. **Hortifruti Brasil**, Março, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Editora Artmed, 5. ed., 2013. 954 p.

TOMAZEWSKA, M.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Desalination**, Hopkinton, v. 146, n. 1-3, p. 319-323, September, 2002.

VIANA M. C. M. *et al.* Índice de clorofila na folha de alface submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n.2, Julho-Agosto, 2008.

YADAV, B. N. *et al.* Root yield and nutrient uptake of Radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by the application of organic and inorganic sources of nitrogen and their combinations. **International Journal of Chemical Studies**, Nova Deli, v. 6, n. 4, June, 2018.