



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

RENNAN SALVIANO TERTO

**ADUBAÇÃO COM BIOFERTILIZANTE MISTO NO DESENVOLVIMENTO DA
CENOURA CV. BRASÍLIA EM DUAS CONDIÇÕES DE AMBIENTE NA REGIÃO
DO MACIÇO DE BATURITÉ**

FORTALEZA

2019

RENNAN SALVIANO TERTO

ADUBAÇÃO COM BIOFERTILIZANTE MISTO NO DESENVOLVIMENTO DA
CENOURA CV. BRASÍLIA EM DUAS CONDIÇÕES DE AMBIENTE NA REGIÃO DO
MACIÇO DE BATURITÉ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho

FORTALEZA

2019

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)

- T293a Terto, Rennan Salviano.
Adubação com biofertilizante misto no desenvolvimento da cenoura cv. Brasília em duas condições de ambiente na região do Maciço de Baturité / Rennan Salviano Terto. – 2019.
70 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.
Coorientação: Profª. Dra. Albanise Barbosa Marinho.
1. *Daucus carota* L. 2. Adubação orgânica. 3. Ciclos de cultivo. 4. Produtividade. I. Título.
CDD
-

RENNAN SALVIANO TERTO

ADUBAÇÃO COM BIOFERTILIZANTE MISTO NO DESENVOLVIMENTO DA
CENOURA CV. BRASÍLIA EM DUAS CONDIÇÕES DE AMBIENTE NA REGIÃO DO
MACIÇO DE BATURITÉ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho (Coorientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof^a. Dr^a. Aiala Vieira Amorim
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof^a. Dr^a. Susana Churka Blum
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

A Deus.

Aos meus pais, Gilberto Tertto Costa e Liane Salviano de Sousa Tertto, por todo apoio e amor, a minha amada irmã Raissa Salviano Tertto, a minha avó (materna) Iracema Costa e minha avó (paterna) Luiza Leonardo Gomes (*In memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de existir, por suas bênçãos e presença em minha vida.

Aos meus pais, toda a minha gratidão pelos ensinamentos, esforços, estímulos e dedicação para minha caminhada.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), especialmente ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do mestrado e pelo apoio científico e material.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) pela alocação de um setor na fazenda experimental para a condução do presente estudo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Agroindústria Tropical, pelo apoio e infraestrutura oferecidos.

Ao Prof^o. Dr^o. Thales Vinícius de Araújo Viana, pela orientação, amizade e auxílio na condução da pesquisa.

A Prof^a. Albanise Barbosa Marinho, pela coorientação, amizade e ensinamentos na condução da pesquisa.

As professoras examinadoras da dissertação, Prof.^a Aiala Vieira Amorim e Prof.^a Susana Churka Blum pela disponibilidade, colaboração e sugestões na correção do trabalho.

Ao Prof^o. Dr^o. Marlos Alves Bezerra pelo suporte nas dependências da EMBRAPA Agroindústria Tropical.

Ao Prof^o. Dr^o. Raimundo Nonato Távora Costa pela amizade, atenção e inúmeras conversas que me ajudaram muito.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, destaque para os que tive um contato maior em disciplinas muito obrigado por contribuir para minha formação.

Aos mestrandos e doutorandos do Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) pela amizade e auxílio nesses dois anos.

Aos meus amigos de turma Valdécio Rodrigues, Márcio Aragão, Márcio Régys, Danilo Nogueira, Eduardo Cavalcante, Vanklane, Humberto Gildo, Mardones obrigado pela amizade e pela troca de conhecimentos.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Biofertilizante (GPbio): Elísia Ramos, Jailson Almeida, Gilson Adriano, Fáusia Pafo, Glaudejane Vieira, Sebastião Chiquete, Antonia Thayna, Abudu Fati, Jheniffer Santos e Wilson Odete obrigado pela amizade e pelo

apoio na condução do experimento.

Aos funcionários da Fazenda experimental da UNILAB por todo apoio e pela amizade de cada um.

Aos amigos da turma posterior à minha entrada ao programa: Thales, Camila, Beatriz, Pedro, Willame, Juarez, Wesley e Mayara obrigado pela amizade, pelas confraternizações, pelas risadas diárias e troca de conhecimentos.

À minha companheira de aventuras Antonia Galdino, obrigado pelas palavras de incentivo ao longo do curso, por ter tido uma paciência imensa, agradeço as inúmeras conversas na escada, trocas de informações, principalmente de fisiologia, pela ajuda nas análises de laboratório, por me ajudar em momentos bem difíceis aos quais sabemos que passei e agradeço por compartilhar momentos ímpares com você e pelo carinho demonstrado ao longo desse tempo.

Às amigas de laboratório, Laiza e Diana, pela amizade e ajuda nas análises. Às técnicas de laboratório Márcia Régia e Maria Ionete pela disponibilidade em transmitir conhecimento e ajudar nas análises.

À turma que dividiu o apartamento comigo quando cheguei para iniciar os estudos meus amigos Godofredo, Gildvan e Diniz e a turma atual Gledson, João, Marcelo, Cosmo muito obrigado pelas conversas, brincadeiras e troca de experiências durante esse período.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, que foi de fundamental importância para a realização deste trabalho.

Aos demais amigos que aqui não foram citados, saibam que sei a importância de cada um de em minha vida.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e desse momento, o meu muito obrigado.

RESUMO

A cenoura é uma hortaliça consumida mundialmente, em virtude do seu valor nutricional. No entanto, desenvolve-se em sistema produtivo a base de insumos químicos responsáveis por impactos negativos ao ser humano e ao meio ambiente. Por isso, surge a necessidade do emprego de técnicas para um cultivo ambientalmente saudável e economicamente sustentável. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de doses de biofertilizante misto em dois ciclos e ambientes de cultivo, na fertilidade do solo, na produção e na qualidade pós-colheita da cenoura, cultivar Brasília. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental da Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, município de Redenção. O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos. As parcelas foram constituídas de dois ambientes de cultivo (campo aberto e sob telado) e as subparcelas por cinco doses do biofertilizante misto (0, 300, 600, 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹). A análise dos dados foi em esquema de parcelas subdivididas ao final dos ciclos de cultivo, bem como para a fertilidade do substrato analisada no início e ao final de cada ciclo produtivo a partir dos tratamentos aplicados. Foram determinados os teores de N, P, K e MO. As variáveis de produção e pós-colheita analisadas foram: diâmetro médio da raiz, comprimento médio da raiz, peso médio da raiz, produtividade, acidez titulável total, pH e sólidos solúveis. O segundo ciclo de cultivo e a aplicação do biofertilizante em diferentes doses proporcionaram incremento nutricional ao substrato pelo ajuste linear crescente dos modelos de regressão. No entanto, os teores de N e MO foram menores que os obtidos para o primeiro ciclo de cultivo. A interação ciclo e ambiente apresentou significância apenas para as variáveis peso médio da raiz, produtividade e acidez titulável. A exceção dos sólidos solúveis as demais variáveis de pós-colheita e as de produção foram significativas a aplicação do biofertilizante ao longo dos ciclos. O cultivo em campo aberto e a aplicação do biofertilizante em diferentes doses proporcionaram respostas apenas nas variáveis de produção, e comprimento médio da raiz. A produtividade média experimental estimada para um stand de 84.602,37 plantas foi de 5,82 t ha⁻¹ (primeiro ciclo) e de 8,86 t ha⁻¹ (segundo ciclo). O biofertilizante apresentou efeito positivo durante os ciclos de cultivo através do incremento nutricional ao substrato em relação a condição inicial.

Palavras-Chave: *Daucus carota* L. Adubação orgânica. Ciclos de cultivo. Produtividade.

ABSTRACT

The carrot is a vegetable consumed worldwide, because of its nutritional value. However, it develops in a productive system the basis of chemical inputs responsible for negative impacts on human beings and the environment. Therefore, it emerges the need for the use of techniques for an environmentally healthy and economically sustainable cultivation. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of the application of mixed biofertilizer doses in two cycles and cultivation environments, on soil fertility, in the production and postharvest quality of the carrot, cultivar Brasília. The experiment was carried out at the experimental farm of the International University of Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), located in Sítio Piroás, municipality of Redenção. The experimental design was in randomized complete blocks in the split-plot scheme, with four blocks. The plots consisted of two cultivation environments (open and under-roofed field) and the subplots for five doses of the mixed biofertilizer (0, 300, 600, 900 and 1,200 mL plant⁻¹ week⁻¹). The data analysis was in subdivided plots at the end of the cultivation cycles, as well as for the fertility of the substrate analyzed at the beginning and at the end of each productive cycle from the treatments applied. The levels of N, P, K and MO were determined. The production and post-harvest variables analyzed were: mean root diameter, mean root length, mean root weight, yield, total titratable acidity, pH and soluble solids. The second cycle of cultivation and the application of biofertilizer in different doses provided nutritional increment to the substrate by the increasing linear adjustment of the regression models. However, the levels of N and MO were lower than those obtained for the first crop cycle. The interaction cycle and environment showed significance only for the variables mean root weight, productivity and titratable acidity. The exception of the soluble solids the other post-harvest variables and the production were significant the application of the biofertilizer throughout the cycles. The open-field cultivation and the application of biofertilizer in different doses provided answers only in the production variables, except for the average root length. The average experimental yield estimated for a stand of 84,602.37 plants was 5.82 t ha⁻¹ (first cycle) and 8.86 t ha⁻¹ (second cycle). Biofertilizer had a positive effect during the cultivation cycles through the nutritional increment to the substrate in relation to the initial condition.

Keywords: *Daucus carota* L. Organic fertilization. Crop cycles. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui da área experimental em duas condições de ambiente: campo aberto (a) e sob telado artesanal (b). Redenção, Ceará, 2018.....	25
Figura 2 – Ambientes de cultivo: campo aberto (a) e sob telado artesanal (b). Redenção, Ceará, 2018.....	26
Figura 3 – Pesagem da raiz tuberosa das plantas de cenoura. Redenção, Ceará, 2018.....	29
Figura 4 – Medição do diâmetro médio da raiz das plantas de cenoura. Redenção, Ceará, 2018.....	30
Figura 5 – Teores de N (g kg^{-1}) em função das doses de BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para cada ciclo de coleta. Redenção, Ceará, 2018.....	35
Figura 6 – Teores de N (g kg^{-1}) em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	36
Figura 7 – Teores de P (mg dm^{-3}) em função das doses de BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para cada ciclo de coleta. Redenção, Ceará, 2018.....	37
Figura 8 – Teores de K (mmolc dm^{-3}) em função dos ciclos de coleta e das doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$). Redenção, Ceará, 2018.....	39
Figura 9 – Teores de MO (g kg^{-1}) do substrato em função dos ciclos de coleta e das doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$). Redenção, Ceará, 2018..	39
Figura10 – Diâmetro médio das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	41
Figura11 – Teste de médias para o diâmetro das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	42
Figura12 – Diâmetro médio das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.....	43

Figura13 – Teste de médias para o diâmetro das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	44
Figura14 – Comprimento médio das raízes de cenoura (cm) em função de diferentes doses de biofertilizante (BIO) para dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	45
Figura15 – Teste de médias para o comprimento das raízes de cenoura (cm), cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	46
Figura16 – Teste de médias para o comprimento das raízes de cenoura (cm), cultivar Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	47
Figura17 – Peso médio das raízes de cenoura (g), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	49
Figura18 – Peso médio das raízes de cenoura (g) em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.....	50
Figura19 – Produtividade média das raízes de cenoura (t ha ⁻¹), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	52
Figura20 – Produtividade média das raízes de cenoura em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.....	53
Figura21 – Acidez titulável total média das raízes de cenoura (% de ácido málico), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	57
Figura22 – pH médio das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante líquido misto (BIO) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	58
Figura23 – Teste de médias para o pH das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	59
Figura24 – Teste de médias para sólidos solúveis das raízes de cenoura (° Brix), cultivar	

Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	61
Figura25 – Teste de médias para sólidos solúveis das raízes de cenoura (° Brix), cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química do substrato inicial a profundidade de 0-20 cm. Redenção, Ceará, 2018.....	24
Tabela 2 – Coeficiente da cultura em função dos estádios de desenvolvimento da cenoura (<i>Daucus carota</i> L) com duração em dias de cada fase.	28
Tabela 3 – Valores médios de temperatura mínima e máxima do ar (°C) e Luminosidade média (Lux) para os 1° e 2° ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	33
Tabela 4 – Resumo da análise de variância da fertilidade do substrato em função dos ciclos, dos ambientes de cultivo e das doses do biofertilizante BIO. Redenção, Ceará, 2018.....	34
Tabela 5 – Teste de média do teor de K (mmol _c dm ⁻³) em função dos ciclos de coleta e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	38
Tabela 6 – Resumo da análise de variância das variáveis de produção da cenoura, cultivar Brasília, em função de diferentes ciclos, ambientes de cultivo e doses de biofertilizante. Redenção, Ceará, 2018.....	40
Tabela 7 – Teste de média do peso das raízes de cenoura (g), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	48
Tabela 8 – Teste de média da produtividade das raízes de cenoura (t ha ⁻¹), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	51
Tabela 9 – Resumo da análise de variância da pós-colheita da cenoura em função de diferentes ciclos, ambientes de cultivo e doses de biofertilizante (BIO) Redenção, Ceará, 2018.....	55
Tabela 10 – Teste de média da acidez titulável das raízes de cenoura (% de ácido málico), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Hipóteses	16
1.2	Objetivos	16
1.2.1	<i>Geral</i>	16
1.2.2	<i>Específicos</i>	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	A espécie <i>Daucus carota</i> L.	18
2.1.1	<i>Origem e importância econômica e nutricional</i>	18
2.1.2	<i>Características morfológicas</i>	19
2.1.2	<i>Exigências climáticas</i>	19
2.2	Luminosidade x Ambiente de cultivo protegido	20
2.3	Biofertilizantes líquidos	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Caracterização e localização da área experimental	23
3.2	Semeadura, condução e tratos culturais da cenoura	23
3.3	Delineamento experimental	24
3.4	Ambientes de cultivos	25
3.5	Constituição e preparo do biofertilizante misto líquido	25
3.6	Manejo da irrigação	26
3.8	Variáveis monitoradas e analisadas	27
3.8.1	<i>Variáveis meteorológicas</i>	27
3.8.2	<i>Caracterização da fertilidade do substrato</i>	27
3.8.3	<i>Variáveis de produção da cultura</i>	28
3.8.2	<i>Variáveis de qualidade de pós-colheita</i>	29
3.9	Análises estatísticas	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Dados meteorológicos	30
4.2	Fertilidade do substrato	32
4.3	Variáveis de produção	39
4.4	Variáveis de Pós-colheita	53
5	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é originária do Sudoeste Asiático (região semiárida do Afeganistão) e é uma hortaliça da família Apiaceae, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil (FILGUEIRA, 2012). É uma hortaliça (raiz) rica em β -caroteno, precursor da vitamina A e em sais minerais (KRÄHMER *et al.*, 2016).

O emprego de insumos minerais (fertilizantes e agrotóxicos) na cultura da cenoura é uma prática agrícola que traz resultados satisfatórios de produtividade. Contudo, deve-se levar em consideração a qualidade final dessa hortaliça (raiz) do ponto de vista a saúde humana e os efeitos desses insumos no meio ambiente. Diante disso, a adoção de práticas sustentáveis e saudáveis de produzir alimentos tem sido desenvolvida como forma de mitigar os efeitos desses insumos químicos. A agricultura em bases orgânicas é uma prática sustentável que nos últimos anos vem sendo impulsionada por um mercado consumidor que busca alimentos sem agrotóxicos (ALENCAR *et al.*, 2013).

A agricultura em bases orgânicas desenvolvida, principalmente por pequenos produtores fortalece a agricultura familiar, promove a sustentabilidade econômica, ecológica, a proteção do meio ambiente e traz benefícios rentáveis ao produtor.

Uma forma de incorporar esses resíduos orgânicos ao solo é através do biofertilizante misto líquido um condicionante natural que melhora o desempenho do sistema de produção das plantas, pois contêm componentes bioativos (BEZERRA *et al.*; 2007; MAPA, 2011). Essas substâncias são mitigadoras dos impactos ambientais, pois diminui o uso de fertilizantes químicos que elevam o custo de produção e são originários de fontes não renováveis (CASTELLANOS; RINCÓN; ARGUELLO, 2015).

A produção de culturas necessita de condições climáticas que propiciem o desenvolvimento da planta. Assim dentre os fatores abióticos existentes, a luminosidade é fator necessário para a produção de biomassa a partir de substâncias fotoassimiladas. Neste sentido, a prática do cultivo em ambientes protegidos é uma alternativa para a agricultura, uma vez que propicia a produção de culturas em condições climáticas desfavoráveis, otimiza o espaço para os agricultores e maximiza os ganhos produtivos (REICHEERT; CASALINHO, 2009).

A utilização de telados como forma de proteger o ambiente pode contribuir para o aumento da produção em condições tropicais, já que alteram a intensidade luminosa no

interior do ambiente protegido e modificam outros parâmetros agrometeorológicos, como temperatura do ar e umidade relativa (SEABRA JÚNIOR *et al.*, 2009).

Portanto considerando a possibilidade de aproveitar resíduos da propriedade e de criar alternativas para um melhor desempenho da cultura da cenoura, avaliou-se com esse trabalho os efeitos da aplicação de diferentes doses de biofertilizante misto, em dois ciclos e dois ambientes de cultivo na fertilidade do substrato, na produtividade e na qualidade pós-colheita para a cenoura, cultivar Brasília, nas condições edafoclimáticas da região do Maciço de Baturité, no Estado do Ceará.

1.1 Hipóteses

A pesquisa pressupõe que:

- O ambiente telado artesanal proporcionará melhores respostas às variáveis de produtividade, pós-colheita e ainda nos teores nutricionais no solo.
- A aplicação de biofertilizante misto proporcionará aumento da produtividade e melhoria das características de pós-colheita da cenoura, nas condições da região do Maciço de Baturité, no Estado do Ceará.
- A aplicação de biofertilizante misto proporcionará aumento da fertilidade do substrato.
- O segundo ciclo proporcionará melhores respostas as variáveis produtividade, pós-colheita e ainda nos teores nutricionais no substrato.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Avaliar os efeitos da aplicação de doses de biofertilizante misto, em dois ciclos de cultivo e dois ambientes de cultivo na produtividade e qualidade pós-colheita da cenoura, e na fertilidade do substrato, nas condições edafoclimáticas da região do Maciço de Baturité, Ceará.

1.2.2 Específicos

- Avaliar os efeitos dos diferentes ciclos de cultivo na produtividade e na qualidade pós-colheita da cenoura, cultivar Brasília;
- Avaliar os efeitos dos diferentes ambientes de cultivo na produtividade e na qualidade pós-colheita da cenoura, cultivar Brasília;
- Analisar os efeitos das dosagens de biofertilizante misto na produtividade e qualidade pós-colheita da cenoura, cultivar Brasília;
- Avaliar a resposta dos diferentes ciclos de cultivo no estado nutricional do substrato;
- Avaliar a resposta dos diferentes ambientes de cultivo no estado nutricional do substrato;
- Avaliar os efeitos da aplicação de dosagens diferenciadas de biofertilizante misto no estado nutricional do substrato;
- Analisar os efeitos da interação dos diferentes ciclos, ambientes de cultivo e das dosagens de biofertilizante misto na produtividade, na qualidade pós-colheita da cenoura, cultivar Brasília e na fertilidade do substrato.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A espécie *Daucus carota* L.

2.1.1 Origem e importância econômica e nutricional

A cenoura, espécie *Daucus carota* L., pertence à família Apiaceae, a mesma da salsinha, aipo, coentro, erva-doce e nabo. Originada provavelmente na Ásia, a cenoura era cultivada do Afeganistão até a Índia, há pelo menos três mil anos atrás (STOLARCZYK; JANICK, 2011).

A China é o maior produtor mundial de cenoura contribuindo com 31 % do volume mundial. Em 2016 produziu mais de 15 milhões de toneladas. Num ranking internacional, a segunda posição é ocupada pela Rússia (2 milhões de toneladas) e na terceira posição aparecem os Estados Unidos (1,5 milhão de toneladas). Já o Brasil ocupa o quinto lugar (FAO, 2013; DOSSA; FUCHS, 2017).

No Brasil a produção total de cenoura foi de 760.600 toneladas em 2015 em uma área de 24 mil hectares, de acordo com os dados mais recentes da pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O resultado é menor do que a média de 780,3 mil toneladas obtida nos três anos anteriores (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2017; DOSSA; FUCHS, 2017).

No Nordeste, as sementes usadas são apenas do grupo verão, adaptadas às altas temperaturas inclusive no inverno. Nas regiões Norte e Nordeste, a adoção da cultivar de cenoura ‘Brasília’ é de quase 100% e alcança todos os Estados, com cultivos durante o ano inteiro (VILELA; BORGES, 2008). A cultivar foi lançada em 1981, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira (Embrapa) Hortaliças e possui o ciclo médio de 85 a 100 dias; raízes cilíndricas com comprimento aproximadamente entre 18 – 22 cm, coloração alaranjada clara. É extremamente rústica, resistente ao calor, com elevada tolerância às doenças que atacam a folha; altamente produtiva (30 – 35 t/ha). No Ceará destaca-se a Serra de Ibiapaba como uma região de notória produção da cultura (CARVALHO; VIEIRA, 2012).

A cenoura apresenta alto conteúdo de vitamina A, textura macia e paladar agradável (FILGUEIRA, 2012). Caracteres relacionados com o aspecto visual das raízes, como formato, lisura, coloração laranja intensa externa e internamente, sem pigmentos verdes ou roxos na parte superior (ombro), com comprimento e diâmetro variando entre 15 e 20 cm e 3 e 4 cm, respectivamente, para consumo in natura são os principais determinantes da qualidade no

mercado brasileiro, durante o processo de comercialização (VIEIRA *et al.*, 1999; LANA; VIEIRA, 2000).

A cenoura é rica em carotenoides, como alfa-caroteno e beta-caroteno e luteína que são precursores da vitamina A que traz benefícios à saúde. Esses carotenoides também atuam como antioxidantes, logo reduzem as taxas de radicais livres e os efeitos oxidativos no corpo humano, atuando na prevenção de doenças no sistema imunológico (SOUZA *et al.*, 2012). Além de ser um alimento rico em fibras que ajudam no processo de digestão (RESENDE, BRAGA; 2014).

2.1.2 Características morfológicas

A cenoura apresenta-se como raiz tuberosa e reta sem ramificações, sendo sua principal característica a coloração alaranjada intensa e concentração de açúcares. Esta característica é singular, pois geralmente está associada às partes da planta que têm contato direto com a luz. A principal explicação para este fenômeno está em que, originalmente, a planta é bienal, sendo, portanto, estratégico concentrar e guardar na raiz, os metabólitos assimilados (açúcares, proteínas, vitaminas etc.), que servirão como reserva e nutrição na posterior fase reprodutiva (PIAMONTE, 1996).

Na parte interna da raiz situam-se o córtex (floema) e o coração (xilema). A função do córtex é auxiliar na condução de seiva bruta. Já a região do córtex caracteriza-se por conter maior quantidade de carotenos e açúcares em relação à região do coração. O coração localiza-se na parte central da raiz e representa a região com maior quantidade de fibras (RAVEN *et al.*, 2001; ALVES *et al.*, 2016).

O caule é pouco perceptível, estando situado no ponto de inserção das folhas, formadas por folíolos finamente recortados, na parte superior da raiz, parte esta que fica exposta ao sol. O ciclo de vida da cenoura abrange a fase vegetativa (formação da raiz, de interesse comercial) e a fase reprodutiva, com emissão do pendão floral (o qual termina com uma inflorescência do tipo umbela) e o pendão floral apresenta ramificações que também terminam em inflorescências (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1999; JOVCHELEVICH, 2007).

As folhas são compostas, alternadas ou basais, formadas por folíolos recortados, além de possuírem pecíolo longo e afilado. Já as flores são esbranquiçadas, pequenas e agrupadas em inflorescências do tipo umbela (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1999; ALVES *et al.*, 2016).

2.1.2 Exigências climáticas

O conhecimento das condições climáticas do local de cultivo é imprescindível para escolha da cultivar a ser implantada, pois podem atuar de forma sinérgica ou antagônica (MATTEDI *et al.*, 2016).

A cenoura é uma espécie adaptada a solos leves e ampla condições climáticas, a exemplo de utilização em regiões tropicais e subtropicais ao longo do ano e para condições de clima temperado é recomendável seu cultivo na primavera, verão ou outono (MATTEDI *et al.*, 2016).

A faixa ótima para germinação uniforme situa-se entre 20 °C e 30 °C, pois para temperaturas próximas a 40 °C ocorre distúrbios fisiológicos nas sementes (VIEIRA *et al.*; 1999; LIMA JÚNIOR *et al.*; 2000).

Além das condições ideais de temperatura é necessário dispor de água, uma vez que esse é fator limitante tornando-se fundamental para o ciclo produtivo da cultura (REICHARDT; TIMM, 2004). As condições de umidade do solo atuam diretamente na qualidade das raízes e com isso na produtividade (MAROUELLI *et al.*; 2007).

O excesso ou falta de água pode acarretar a morte das plântulas e com isso comprometer o *stand* da espécie, pois ambientes muito úmidos favorecem a incidência de patógenos e ambientes com baixa umidade provocam distúrbios fisiológicos na planta (MATTEDI *et al.*, 2016).

2.2 Luminosidade x Ambiente de cultivo protegido

Os fatores abióticos são de suma importância para o desenvolvimento das espécies vegetais, atuando de forma favorável ou desfavorável, sendo a luz um desses fatores, pois atua no desenvolvimento das plantas, bem como nas modificações fisiológicas bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2010). A luminosidade, juntamente com a temperatura são os fatores que mais controlam a adaptação das espécies, em virtude, da ação direta sobre o crescimento, produção e floração das plantas (CLEMENTE *et al.*, 2012).

Plantas cultivadas em ambiente com incidência de luminosidade acima do normal apresentam predisposição a absorção de íons de forma mais rápida quando comparada espécies de ambientes com baixa irradiância (MARENCO; LOPES, 2005). Na cenoura, a luminosidade influencia diretamente a germinação e o desenvolvimento das plântulas, pois em ambientes com baixa intensidade luminosa ocorre predisposição ao aumento da altura das

plantas, enquanto para ambientes com condições de maior intensidade luminosa ocorre maior velocidade de germinação. Contudo é necessário que a faixa de temperatura para a germinação uniforme da cenoura esteja entre 20 °C e 30 °C, pois para valores próximos de 40 °C a germinação é inviabilizada (VIEIRA *et al.*, 1999; LIMA JÚNIOR *et al.*, 2000; CAVATTE *et al.*, 2009).

A germinação de alguns tipos de semente é dificultada pela exposição à luz, enquanto a de outros tipos é estimulada. A intensidade, qualidade, duração e periodicidade da luz influenciam tanto quantitativamente como qualitativamente no desenvolvimento das espécies (KRAMER; KOSLOWSKI, 1972). Por conseguinte, a faixa ótima para a produção de raízes em cenouras está entre 15 °C e 21 °C (MATTEDI *et al.*, 2016).

O cultivo em ambiente protegido vem sendo utilizado para superar limitações climáticas, especialmente considerando sua eficiência quanto à captação da energia radiante e aproveitamento da temperatura, água e nutrientes disponíveis às plantas (HORA, 2003). O sombreamento artificial é um método empregado para estimar as necessidades luminosas das diferentes espécies, em virtude, do isolamento das parcelas experimentais como método de quantificação do efeito da intensidade luminosa aplicada de forma uniforme se comparada as condições naturais (ENGEL, 1989). A adaptação das espécies à luminosidade ambiental é importante principalmente na fase juvenil por contribuir em mudanças morfogênicas e fisiológicas (WHATLEY; WHATLEY, 1982).

O ambiente protegido permite a redução da sazonalidade de oferta das culturas, além de promover diminuição da temperatura interna do ambiente, logo possibilita a minimização de problemas fitossanitários e de qualidade da cultura, por fim gera aumento da produtividade (MARTINS, 2007; ILIĆ *et al.*, 2012). No entanto, vale salientar que as condições climáticas promovidas por ambientes protegidos podem provocar efeitos adversos, devido ao aquecimento interno e com isso diminuir a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), por isso a escolha correta do ambiente protegido é crucial para o desenvolvimento da planta (MARENCO; LOPES, 2007).

2.3 Biofertilizantes líquidos

Em 18 de fevereiro de 1982 a partir de um decreto nº 86.955 do Ministério da Agricultura (MA), foi mencionado pela primeira vez a palavra biofertilizante, que de acordo com o Capítulo I desse documento conceitua biofertilizante como sendo um produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou

partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade (PARANÁ, 1997). No entanto, a legislação carece de atualização, pois não contempla alguns parâmetros, a saber: qualidade do produto, aspectos técnicos e garantias nutricionais (TESSELORI NETO; 2006).

Os biofertilizantes são compostos bioativos fáceis de serem obtidos, em decorrência de serem excrementos de animais, fermentação de compostos orgânicos, que contêm células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, bacilos, algas e fungos filamentosos) e seus metabólitos podendo esses produtos serem produzidos e empregados pelo próprio agricultor (ALVES *et al.*, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2007).

O biofertilizante pode ser obtido através de duas rotas, sendo em sistema aberto ou fechado, com presença ou ausência de ar (aeróbio ou anaeróbio, respectivamente), utilizando, por exemplo, esterco fresco de ruminante em lactação, por possuir alimentação mais balanceada e rica, o que aumenta a qualidade do produto (SANTOS, 1992).

O biofertilizante é um condicionante que auxilia na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo ou substrato bem como a diversidade de microorganismos, além de aumentar a capacidade de troca catiônica, pH e a disponibilidade de nutrientes às plantas (CAVALCANTE *et al.*, 2008).

Um efeito desse composto bioativo sobre as plantas está relacionado a prevenção e controle de fitopatógenos, pois em sua constituição existem microorganismos vivos que contribuem para um equilíbrio na planta e com isso menor predisposição a ataques externos de organismos (VESSEY, 2003; PENTEADO, 2004). Atualmente, os biofertilizantes são utilizados nos sistemas de produção em bases ecológicas, em virtude de sua atuação como: fertilizante, estimulante da proteossíntese e repelente de insetos (SANTOS, 1992; MEIRELES *et al.*, 1997).

A utilização dos biofertilizantes pode ser alternativa no reaproveitamento de dejetos orgânicos e uma alternativa ao sistema convencional de produção (CHICONATO *et al.*, 2013). O uso de biofertilizantes líquidos vem sendo utilizado em todo o país como forma de contribuir para a segurança alimentar. Os estercos e excretas são as fontes fundamentais de matéria-prima para elaboração dos biofertilizante, pois são obtidos a baixo custo e, principalmente, por serem ricos em microorganismos, que facilitam a fermentação e também pela composição de macro e micronutrientes (CHICONATO *et al.*, 2013; LACERDA, 2014).

O fornecimento de N, P e K pelos biofertilizantes é de fundamental importância para as funções fisiológicas das plantas, especialmente N, que é constituinte de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, entre outros elementos essenciais (PRADO *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e localização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental Piroás, pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, em dois ciclos de cultivo, sendo o primeiro ciclo de outubro de 2017 a janeiro de 2018 e o segundo ciclo de maio a agosto de 2018.

A área experimental está localizada geograficamente à 04°14'53" S e 38°45'10" W, com altitude média de 240 metros. Segundo a classificação climática de Köppen (1948) e os mapas climáticos desenvolvidos por Alvares *et al.* (2013) para o Brasil, o clima local é do tipo Aw', ou seja, caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e do outono

3.2 Semeadura, condução e tratos culturais da cenoura

A cultura utilizada foi a cenoura (*Daucus carota* L), cultivar 'Brasília' desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPq) da EMBRAPA e recomendada para o cultivo durante qualquer estação. Foram semeadas cinco sementes por vaso em cada ciclo da cultura, sendo a primeira semeadura realizada em 07 de outubro de 2017 e a segunda em 05 de maio de 2018. Após quinze dias, realizou-se o desbaste manual, deixando-se apenas uma planta por vaso nos dois ciclos de cultivo.

A condução do experimento foi realizada em vasos com capacidade para 39,5 L, preenchidos com uma camada de 5 cm de brita nº 01 e substrato à base de areia e solo local existente na Fazenda Experimental, na proporção de 2:1. Foram coletadas, com auxílio de um trado holandês, amostras de substrato na camada de 0,0 a 20,0 cm de profundidade. Em seguida as amostras foram submetidas à análise química no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais (LABSAT) vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE, campus de Limoeiro do Norte. O resultado da análise química pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1—Caracterização química do substrato inicial a profundidade de 0-20 cm. Redenção, Ceará, 2018.

Atributos químicos	Valores
C (g kg ⁻¹)	7,70

MO (g kg ⁻¹)	13,28
N (g kg ⁻¹)	0,77
pH H ₂ O (1:2,5)	6,17
P (mg dm ⁻³)	65,67
K ⁺ (mmolc dm ⁻³)	2,10
Ca ²⁺ (mmolc dm ⁻³)	22,20
Mg ²⁺ (mmolc dm ⁻³)	8,23
Na ⁺ (mmolc dm ⁻³)	1,79
SB (mmolc dm ⁻³)	34,33
CTC (mmolc dm ⁻³)	57,43
V (%)	60,00
PST (%)	3,00
H ⁺ + Al ³⁺ (mmolc dm ⁻³)	23,10
Al ³⁺ (mmolc dm ⁻³)	0,00

Em que: SB = (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = (100 x SB/CTC); PST = (100 x Na⁺/CTC); C= carbono; N= nitrogênio e MO = matéria orgânica.

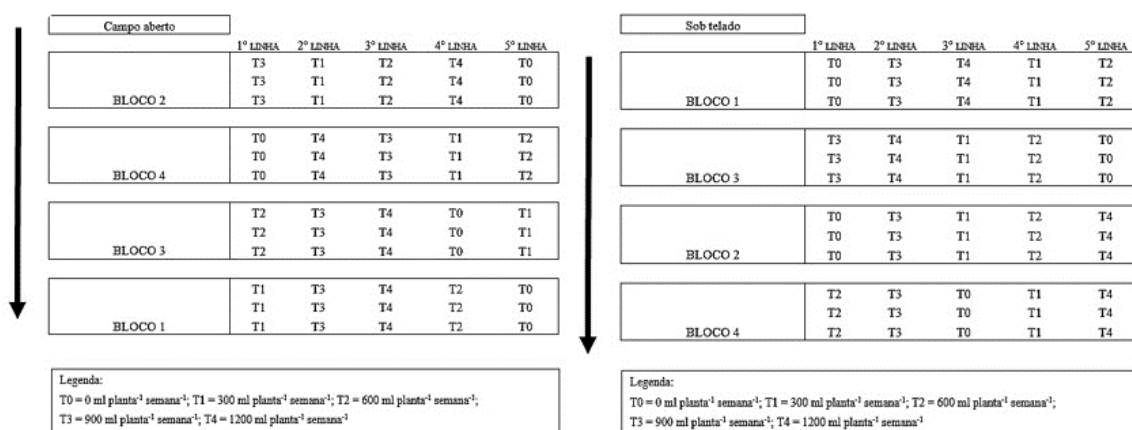
Fonte: LABSAT (2018)

Ao longo da condução dos trabalhos experimentais, os tratos culturais realizados obedeceram às recomendações para a cultura da cenoura (*Daucus carota* L), cultivar ‘Brasília’.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas com dois ambientes de cultivo (A0 = campo aberto e A1 = sob telado artesanal aberto nas laterais) como tratamento primário e cinco doses de biofertilizante misto (T0=0, T1=300, T2=600, T3=900 e T4=1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹) como tratamento secundário alocados em quatro blocos com três plantas úteis, totalizando 120 plantas (Figura 1).

Figura 1— Croqui da área experimental em duas condições de ambiente: campo aberto (a) e sob telado artesanal (b). Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

3.4 Ambientes de cultivos

O experimento foi desenvolvido sob duas condições de ambiente sendo: campo aberto e sob telado artesanal aberto nas laterais. O telado teve as dimensões de 12,0 m de comprimento, 6,0 m de largura e 3,0 m de pé-direito, com estacas de madeira alocadas da própria fazenda e telado com 70 % de sombreamento conforme Figura 2.

Figura 2—Ambientes de cultivo: campo aberto (A) e sob telado artesanal (B). Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

3.5 Constituição e preparo do biofertilizante misto líquido

O biofertilizante utilizado foi preparado em caixas d'água de 500 L na Estação de Biofertilização da Fazenda Experimental Piroás da UNILAB, sendo constituído por: esterco bovino (100 L), excreta de galinha (30 L), cinzas de carvão vegetal (5 L) e água (270 L) (DIAS, 2014).

Inicialmente foram colocados na caixa o esterco, a excreta e as cinzas, depois adicionada a água, e agitado manualmente. A mistura passou por esse processo de agitação duas vezes por dia, para acelerar a fermentação aeróbia. Aproximadamente 30 dias após o preparo, o biofertilizante estava pronto para uso.

A aplicação do biofertilizante iniciou-se aos 42 dias após a semeadura (DAS) no 1º ciclo da cultura cenoura e 35 DAS para o 2º ciclo com o intuito de preservar as partes vegetativas das plântulas de possíveis queimas. As diferentes dosagens de biofertilizante foram parceladas em duas aplicações por semana para não prejudicar o desenvolvimento da cultura e totalizaram ao final do 1º e 2º ciclos 18 e 21 aplicações, respectivamente.

3.6 Manejo da irrigação

A irrigação procedeu-se através do método localizado tipo gotejamento, através de dois gotejadores por planta, um de 2 L h⁻¹ e outro de 4 L h⁻¹, com vazão média de 6 L h⁻¹ por planta. O controle da irrigação foi feito por registros instalados no início de cada linha.

Após a instalação do sistema, a avaliação da uniformidade seguiu a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1974) com a adaptação de ser realizada em todos os gotejadores dispostos ao longo das linhas. Para a realização do teste, utilizou-se um recipiente para coleta da água de cada gotejador e um cronômetro digital para controle do tempo, ademais esse volume fora medido em uma proveta de 500 mL. Os dados coletados (mL) foram anotados em planilhas de campo, transformados em vazões (L h⁻¹) e processados para determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), elaborado por Christiansen (1942), citada por BERNARDO *et al.* (2006) descrito pela equação 01.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum [X_i - \bar{X}]^2}{n \bar{X}^2} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

- ✓ CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);
- ✓ Xi é a lâmina coletada nos gotejadores de ordem i (cm);
- ✓ \bar{X} é a média das lâminas coletadas nos gotejadores (cm);
- ✓ n é o número de gotejadores avaliados.

Os valores dos CUC's foram 84,77 % e 90,10 % no 1° e 2° ciclo da cenoura (*Daucus carota* L), respectivamente. O valor maior obtido no segundo ciclo justifica-se pela troca de alguns gotejadores que sofreram obstrução por partículas de substrato durante o 1° ciclo.

O tempo de irrigação utilizado diariamente foi calculado a partir dos parâmetros descritos na equação 2.

$$T_i = \frac{ECA * kc * Av}{Ei * qg} \quad (2)$$

Em que:

- ✓ T_i – É o tempo de irrigação, em h;
- ✓ ECA– Evaporação medida no tanque classe A, em mm dia⁻¹;
- ✓ k_c –Coeficiente de cultivo, adimensional;
- ✓ A_v – Área do vaso (0,1182 m²);
- ✓ E_i – Eficiência de irrigação, adimensional;
- ✓ q_g – Vazão do gotejador (6 L.h⁻¹).

Os coeficientes da cultura cenoura (*Daucus carota* L) utilizados em cada estágio de desenvolvimento seguiram os valores propostos por Marouelli *et al.* (2007) descritos na Tabela 2.

Tabela 2—Coeficiente da cultura em função dos estádios de desenvolvimento da cenoura (*Daucus carota* L) com duração em dias de cada fase.

Estádio	Duração (dias)	Kc
Inicial (I)	25	0,75
Vegetativo (II)	20	0,85
Engrossamento da raiz (III)	25	0,95
Maturação (IV)	15	0,90

Fonte: Marouelli *et al.* (1996)

3.8 Variáveis monitoradas e analisadas

3.8.1 Variáveis meteorológicas

Durante o período de realização dos experimentos, foram monitorados os dados de precipitação, através de pluviômetro e de evaporação, através do tanque classe A. Já os dados de temperatura do ar (°C) e luminosidade (Lux) foram registrados através de um Datalogger HOBO marca Onset instalado em cada ambiente de cultivo e em ambos os ciclos.

3.8.2 Caracterização da fertilidade do substrato

Foram coletadas, com auxílio de um trado holandês, amostras compostas de substrato na camada de 0,0 a 20,0 cm de profundidade, sendo três amostras antes da aplicação dos tratamentos com biofertilizante misto líquido (Tabela 1), 30 amostras ao final do primeiro ciclo e 30 amostras ao final do segundo ciclo da cenoura. Em seguida as amostras foram submetidas à análise de fertilidade no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais

(LABSAT) vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará–IFCE, campus de Limoeiro do Norte.

Na análise de fertilidade foram determinados os teores de matéria orgânica (MO) multiplicando-se o teor de C pelo fator 1,724 e o nitrogênio (N) multiplicando-se o teor de carbono orgânico pelo fator 10,0. O fósforo (P) disponível e o potássio (K) foram determinados através do método de Mehlich.

3.8.3 Variáveis de produção da cultura

Aos 105 DAS (1º ciclo) e 112 DAS (2º ciclo) foram realizadas as colheitas das raízes da cenoura (*Daucus carota* L). Após a colheita procedeu-se a separação da raiz e parte aérea para analisar as seguintes variáveis:

- ✓ Peso médio da raiz tuberosa (PMR): O peso médio da raiz tuberosa (Figura 3) foi determinado com uma balança digital, com precisão 0,1 g, calculando-se em seguida a média aritmética para cada tratamento expresso em g.

Figura 3— Pesagem da raiz tuberosa das plantas de cenoura. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

- ✓ Produtividade total (PROD): A produtividade total (kg ha^{-1}) foi determinada com base no número de plantas por hectare (stand) de 84.602,37 plantas e pelo peso médio das raízes tuberosas.

- ✓ Comprimento médio da raiz tuberosa (CMR): Foi determinado com um paquímetro digital configurado em cm, o comprimento da base do caule a ponta inferior de cada raiz.
- ✓ Diâmetro médio da raiz tuberosa (DMR): Foi determinado com um paquímetro digital configurado em mm (Figura 4), o diâmetro de uma lateral a outra de cada raiz, na posição pouco abaixo do ombro.

Figura 4—Medição do diâmetro médio da raiz das plantas de cenoura. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

3.8.2 Variáveis de qualidade de pós-colheita

- ✓ Acidez total titulável (ATT): Determinada através da titulação pelo método acidimétrico da A.O.A.C (1997), seguindo as metodologias 311/IV e 312/IV descritas pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Os resultados foram expressos em (% de ácido málico).
- ✓ pH: realizada através do método potenciométrico seguindo o método 017/IV do Instituto Adolf Lutz (2008).
- ✓ Sólidos solúveis (SS): O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado por leitura direta em refratômetro digital de bancada ATAGO Modelo PR-201 de uma gota de

alíquota de polpa homogeneizada, com posterior correção de temperatura realizada através de tabela proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.9 Análises estatísticas

Os dados das variáveis em estudo foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, os dados de natureza qualitativa (ciclos de cultivo e ambientes de cultivo), quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao Teste de média proposto por Tukey ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Já os dados de natureza quantitativa (doses de biofertilizante), quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Quando a interação foi significativa realizou-se o desdobramento para estudar o comportamento de um fator dentro de cada nível de outro fator. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio dos softwares Microsoft Office Excel (2016) e SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados meteorológicos

No período experimental, de outubro/2017 a janeiro/2018 (1º ciclo) a evaporação do tanque classe “A” (ECA) foi de 640,71 mm (acumulada) e a precipitação de 245,61 mm (acumulada). A lâmina total de irrigação aplicada foi de 886,32 mm. Já em relação ao período experimental de maio/2018 a agosto/2018 (2º ciclo) os valores acumulados foram de 516,9 mm para a ECA, de 207,82 mm para a precipitação e de 724,72 mm para lâmina total de irrigação.

A irrigação da cenoura (*Daucus carota L.*) é um fator importante na produção, uma vez que pode aumentar ou diminuir a qualidade do produto através de variações no balanço hídrico total. A reposição de água no momento certo através da irrigação é decisiva para a otimização da produção de espécies olerícolas como a cenoura (MAROUELLI *et al.*, 1996; LIMA JÚNIOR; SOUZA, 2016).

Avaliando-se o consumo de água na cultura da cenoura, cultivar Brasília, Moura *et al.* (1994) obtiveram um consumo médio de 3,61 mm dia⁻¹ para as condições climáticas de Piracicaba-SP com classificação climática Cwa (tropical de altitude) de acordo com Köppen

(1948). Já nesse experimento os valores encontrados foram de 6,22 mm dia⁻¹ (1° ciclo) e 1,85 mm dia⁻¹ (2° ciclo), sendo o primeiro próximo a 6,27 mm.dia⁻¹ encontrado por Santos et. (2009) para mesmo período experimental (outubro a janeiro) em pesquisa realizada em Pesqueira-PE.

O manejo de olerícolas necessita além do monitoramento da precipitação, da ECA e de outros parâmetros tais como: temperatura do ar e luminosidade, uma vez que também atuam sobre todo o desenvolvimento fisiológico da planta. A germinação das sementes de cenoura necessita de uma faixa de temperatura situada entre 8° C e 35 °C, além de uma luminosidade bem distribuída ao longo do ciclo, pois maiores intensidades aumentam a velocidade de germinação e menores aceleram o desenvolvimento (CAVATTE *et al.*, 2009).

Na Tabela 3 estão expostos os valores médios das variáveis meteorológicas temperatura mínima do ar (°C), temperatura máxima do ar (°C) e luminosidade média (lux) para o primeiro e segundo ciclo do experimento com a cenoura para os dois ambientes de cultivo.

Tabela 3—Valores médios de temperatura mínima e máxima do ar (°C) e Luminosidade média (Lux) para os 1° e 2° ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

Cicl os	mês	N° de dias	Ambientes de cultivo					
			sob telado ¹			campo aberto		
			T.mínima (°C)	T.máxima (°C)	Lu.média (lux) ²	T.mínima (°C)	T.máxima (°C)	Lu.média (lux)
1	out	31	23,31	34,60	1614,73	23,32	36,27	3.925,18
	nov	30	24,01	33,67	1903,68	23,96	35,3	3.159,85
	dez	31	24,25	33,07	1713,48	24,21	34,49	2.282,18
	jan	23	23,31	33,05	1489,64	23,27	34,63	2.023,16
	mé dia	----	23,72	33,60	1680,38	23,69	35,17	2.847,59
2	mês	N° de dias	T.mínima (°C)	T.máxima (°C)	Lu.média (lux) ²	T.mínima (°C)	T.máxima (°C)	Lu.média (lux)
	mai	2	x ³	x	x	23,14	32,18	1.122,60
	jun	18	X	x	x	21,13	35,85	2.716,23
	jul	28	X	x	x	21,18	34,97	3.353,88
	ago	31	X	x	x	22,70	38,75	4.768,86
mé dia	----	X	x	x	22,04	35,44	2.990,39	

Em que: T. mínima = temperatura média mínima mensal do ar, T. máxima = temperatura média máxima mensal do ar e Lu.média = luminosidade média. ¹Aberto nas laterais. ²A unidade de medida, Lux, é uma unidade de iluminação no Sistema Internacional de Unidades, equivalente à produção de um fluxo luminoso uniformemente distribuído sobre uma superfície na proporção de 1 lúmen por metro quadrado. ³Sem registro dos dados.

Fonte: Acervo pessoal (2018)

As temperaturas médias mínima e máxima foi de 23,72 °C e 33,60 °C, 23,69 °C e 35,17 °C para os ambientes sob telado e campo aberto durante o primeiro ciclo de cultivo, respectivamente. Já para o ambiente campo aberto a temperatura média mínima e máxima foi de 22,04 °C e 35,44 °C, respectivamente ao longo do segundo ciclo de cultivo. Os valores médios para a temperatura estão próximos ao intervalo ótimo (16° C e 25 °C) para a formação de raízes da cultura (BALBINO *et al.*, 1990; MATTEDI *et al.*, 2016).

A variável meteorológica temperatura do ar é uma função de estado, isto é, resultante da quantidade de radiação que entra e a quantidade de energia que é retida pelo ambiente (POLYSACK, 2009). Durante o primeiro ciclo de cultivo a temperatura média ocorreu no período de verão assim como apresentou uma amplitude térmica média para o ambiente campo aberto de 11,48 °C valor 13,94 % maior que a variação de 9,88 °C para o ambiente sob telado. Já ao longo do segundo ciclo a temperatura média foi menor, devido a ter ocorrido próximo ao final da quadra chuvosa.

O ambiente campo aberto apresentou incidência luminosa média de 2.847,59 lux valor 40,98 % maior quando comparado ao ambiente sob telado com média de 1.680,38 lux para o primeiro ciclo de cultivo.

O valor de amplitude térmica média para o campo aberto aumentou 14,33 % do primeiro (11,48 °C) para segundo (13,40 °C) ciclo de cultivo. Possivelmente, em virtude do aumento da incidência luminosa 4,77 % quando se compara o primeiro (2.847,59 lux) com o segundo (2.990,39 lux) ciclo de cultivo.

4.2 Fertilidade do substrato

O resumo da análise de variância para os teores de nutrientes do substrato em função dos ciclos de cultivo, dos ambientes e das doses de biofertilizante líquido misto estão apresentados na Tabela 4. Nota-se que houve efeito significativo em função dos ciclos de cultivo, dos ambientes e das doses de biofertilizante, em todos os nutrientes analisados, com exceção do P e da M.O, que não sofreram influência do ambiente. Na análise da interação entre os fatores, verificou-se que houve efeito significativo do ciclo x dose de biofertilizante para os teores de N, P, K ao nível de 1 % de probabilidade, de 5 % de probabilidade para o teor de M.O e ciclo x ambiente para os teores de K ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste F.

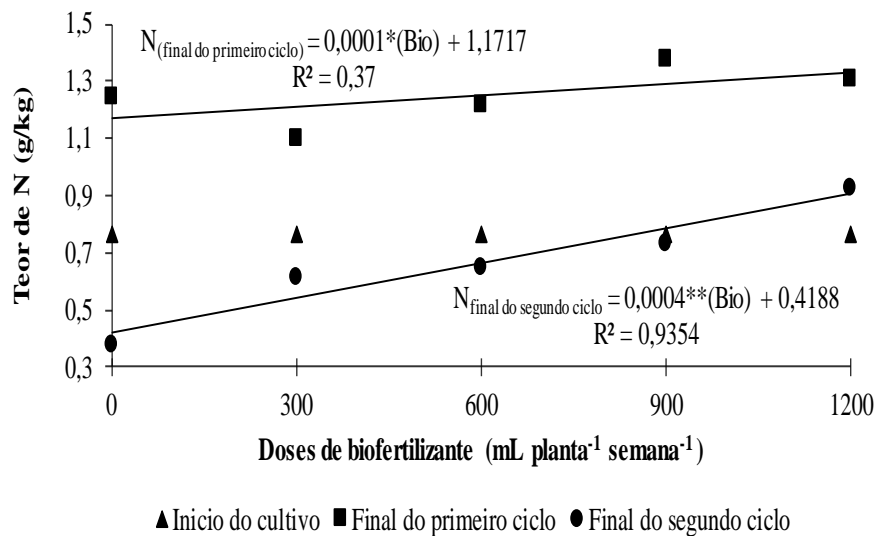
Tabela 4—Resumo da análise de variância da fertilidade do substrato em função dos ciclos, dos ambientes de cultivo e das doses do biofertilizante BIO. Redenção, Ceará, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		N	P	K	MO
Blocos	3	0,266 ^{ns}	893,607 ^{ns}	0,039 ^{ns}	48,553 ^{ns}
Ciclos	2	3,953 ^{**}	127736,439 ^{**}	68,484 ^{**}	1028,375 ^{**}
Resíduo (A)	6	0,257	4817,007	0,448	104,119
Ambiente	1	0,079 ^{**}	978,409 ^{ns}	2,488 [*]	50,104 ^{ns}
Ciclos*Ambiente	2	0,025 ^{ns}	6645,376 ^{ns}	2,315 [*]	22,130 ^{ns}
Resíduo (B)	3	0,009	2223,563	0,380	13,439
Dose	4	0,186 ^{**}	56963,700 ^{**}	32,055 ^{**}	36,978 [*]
Ciclos*Dose	8	0,115 ^{**}	14740,777 ^{**}	11,950 ^{**}	44,683 ^{**}
Ambiente*Dose	4	0,007 ^{ns}	1964,680 ^{ns}	0,487 ^{ns}	5,149 ^{ns}
Ciclos*Ambiente*Dose	8	0,014 ^{ns}	1445,517 ^{ns}	0,272 ^{ns}	14,490 ^{ns}
Resíduo (C)	78	0,030	1869,638	0,910	11,118
Total	119	-	-	-	-
CV (A) %	-	56,56	55,03	18,54	66,89
CV(B) %	-	10,35	37,39	17,07	24,03
CV (C) %	-	19,19	34,28	26,42	21,86

Fonte: Autor próprio (2018)

A Figura 5 apresenta os teores de nitrogênio (N) em função dos ciclos de cultivo e das diferentes doses de biofertilizante. A análise de regressão indicou ajustes ao modelo linear crescente, com coeficiente de determinação de 37,00 % e 93,54 %, para final do primeiro e do segundo ciclo, respectivamente. As respostas lineares crescentes com as doses de biofertilizante indica que houve uma resposta positiva do biofertilizante sob os teores de N.

Figura 5—Teores de N (g kg^{-1}) em função das doses de BIO ($\text{ml planta}^{-1}\text{semana}^{-1}$) para cada ciclo de coleta. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de N era de 0,77 g kg⁻¹, classificado como baixo (AQUINO *et al.*, 1993). No final do primeiro ciclo, os valores variaram entre 1,24 e 1,31 g kg⁻¹. Para o segundo ciclo de cultivo os valores variaram entre 0,38 e 0,93 g kg⁻¹. Observa-se na testemunha que o teor de N na análise final do primeiro ciclo está abaixo do valor inicial (0,77 g kg⁻¹), provavelmente pela extração do nutriente do solo pela planta e por não haver reposição nutricional, houve um decréscimo no teor de N no substrato. À medida que se aumentou as doses e o consumo pelas plantas, os teores do nutriente permaneceram dentro do intervalo de classificação como baixo. É possível perceber que o biofertilizante líquido misto ao final dos dois ciclos de cultivo possivelmente permaneceu fornecendo uma quantidade baixa de N ou os processos de lixiviação e volatilização foram muito acentuados.

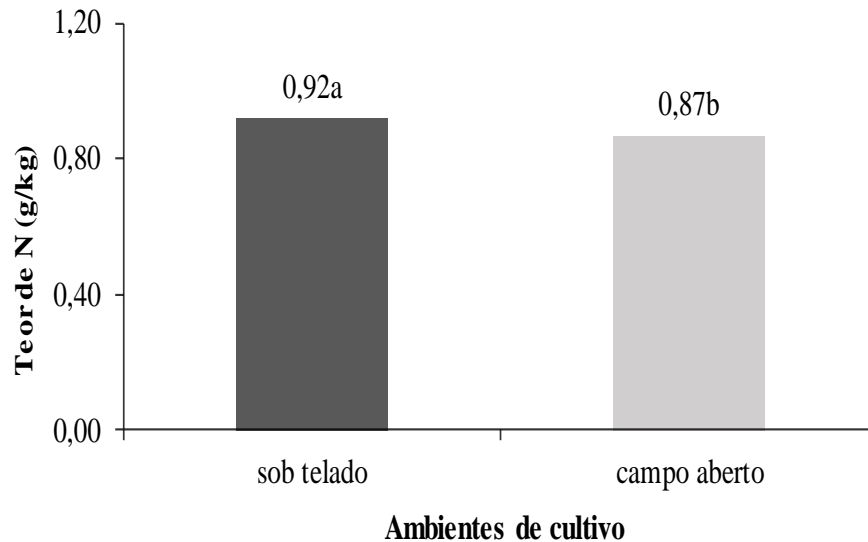
A diferença entre os teores de N em função dos ciclos de cultivo pode estar relacionada ao fato desse macronutriente sofrer ação de fatores como épocas do ano em que ocorre um processo de mineralização mais acentuada ou não, além de ser uma resposta da própria cultivar empregada (WESTERVELD *et al.*, 2004; AQUINO *et al.*, 2005).

A Figura 6 apresenta os teores médios de N em função dos ambientes de cultivo. Nota-se que o ambiente sob telado apresentou média de 0,94 g kg⁻¹ valor 5,43 % superior se comparado ao campo aberto com 0,87 g kg⁻¹. A maior disponibilidade de N ocorreu possivelmente no ambiente sombreado, pois nessa condição existe maior retenção de umidade, menor temperatura e luminosidade média o que torna o processo de mineralização mais equilibrado, permitindo que a planta possa absorver o nutriente.

O resultado encontrado nesse trabalho corrobora com a afirmação de que ambientes

sombreados geram respostas positivas ao aumento na disponibilidade de N para as plantas (CASTRO *et al.*, 1996).

Figura 6—Teores de N (g kg^{-1}) em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

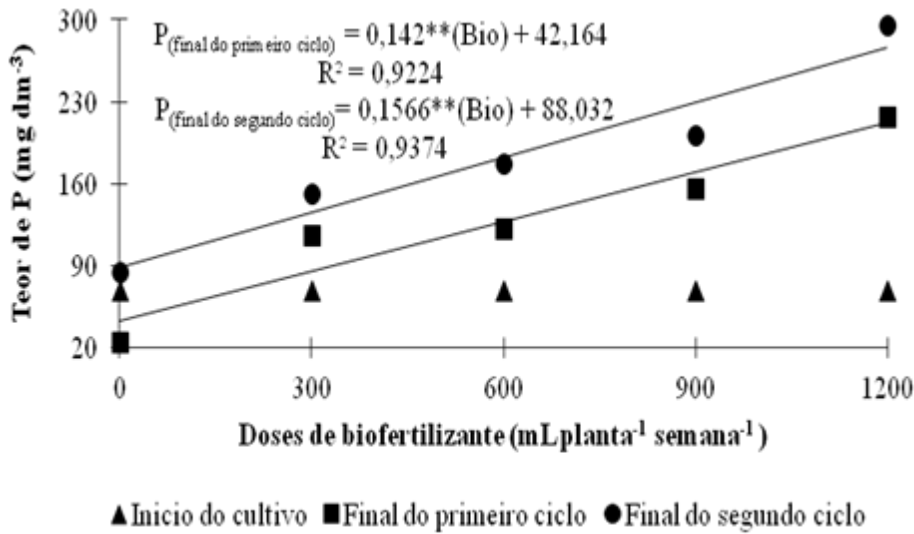


Fonte: Autor próprio (2018)

A Figura 7 apresenta os teores de fósforo (P) em função das diferentes doses de biofertilizante para os ciclos de cultivo. A partir da análise de regressão verificou-se que nos dois ciclos de cultivo, os valores foram ajustados ao modelo linear crescente com coeficientes de determinação de 92,24 % e 93,74 %, para o primeiro e segundo ciclo respectivamente. Observa-se que os teores de P aumentaram linearmente com o aumento das doses de biofertilizante.

Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de P no substrato era de 69 mg dm^{-3} , classificado como muito alto (AQUINO *et al.*, 1993). No final do primeiro ciclo, os valores variaram entre 24,5 e $217,33 \text{ mg dm}^{-3}$. Já ao final do segundo ciclo os valores variaram entre 84,5 e 295 mg dm^{-3} .

Figura 7—Teores de P (mg dm^{-3}) em função das doses de BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para cada ciclo de coleta. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

Observa-se na testemunha que o teor de P na análise final do primeiro ciclo está abaixo do valor inicial (69 mg dm^{-3}), provavelmente pela extração do nutriente do solo pela planta e em decorrência de não existir reposição nutricional nesta dose.

Os teores de P aumentaram ao final do segundo ciclo o que pode ter ocorrido pela adição de uma fonte solúvel (biofertilizante) somado ao efeito de adsorção residual que ocorreu durante o primeiro ciclo (LOGANATHAN; FERNANDO, 1980).

A Tabela 5 apresenta o teste de média para os teores de potássio (K) em função dos ciclos de coleta e dos ambientes de cultivo. É possível observar que houve um aumento nos teores dos nutrientes entre os ciclos de cultivo o que demonstra efeito positivo da aplicação do biofertilizante nos teores desses nutrientes, apesar da extração dos nutrientes pela planta. Possivelmente a adição de cinza vegetal na composição do biofertilizante pode ter contribuído para esse efeito.

Nota-se maiores teores de potássio no ambiente campo aberto, provavelmente porque este ambiente com o efeito da temperatura mais elevada intensificou a atividade dos microrganismos, disponibilizando maior quantidade desses nutrientes. No final do segundo ciclo, no campo aberto, o teor de K destacou-se com uma média 17,75 % superior em relação ao ambiente sob telado

Tabela 5—Teste de média do teor de K ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função dos ciclos de coleta e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

Ciclos de coleta	Ambientes de cultivo	
	Campo aberto	sob telado
Inicial	2,10 bA	2,10 bA
Final do 1º ciclo	4,42 aA	4,40 aA
Final do 2º ciclo	4,73 aA	3,89 aB

Médias em uma mesma coluna, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, enquanto médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

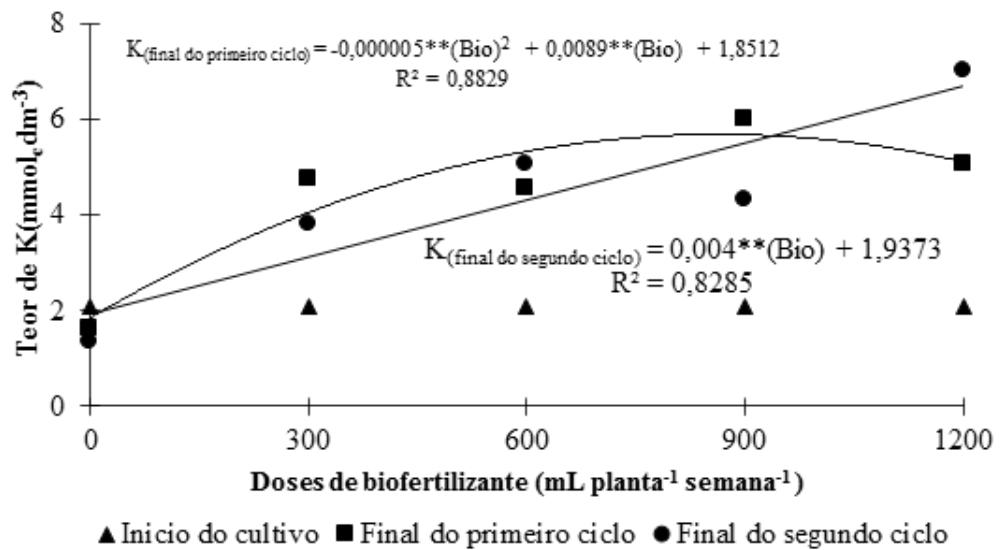
Fonte: Acervo pessoal (2018)

No início do ciclo de cultivo o teor de K foi classificado como médio, mas a aplicação contínua do biofertilizante em ambos os ambientes, os teores se elevaram, sendo classificados como alto, de acordo com as recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará (AQUINO *et al.*, 1993).

Verificou-se que no ambiente campo aberto os teores de K foram superiores em detrimento dos teores de N. Uma possível explicação é que, de acordo com Rosolem (2005) existe uma relação muito intrínseca entre os macronutrientes N e K no sistema solo-planta. A assimilação do nitrogênio é importante para a produção de aminoácidos e necessita que o potássio esteja envolvido. Assim, alguns trabalhos relataram que o potássio é requerido em quantidades adequadas no citoplasma para que a incorporação do nitrogênio mineral seja satisfatório e permita a ação da enzima redutase (RUAN *et al.*, 1999; XU *et al.*, 2002).

As análises de regressão dos teores de potássio (K) no solo em função das doses de biofertilizante líquido misto para os ciclos de cultivo estão dispostas na Figura 8. Na análise inicial do substrato, o teor de K era $2,1 \text{ mmol}_c \text{dm}^{-3}$, classificado como médio (AQUINO *et al.*, 1993). Os valores obtidos no final do primeiro ciclo se ajustaram a um modelo polinomial quadrático ($R^2=88,29 \%$), indicando que a dose de $890 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ de biofertilizante líquido misto maximizou o teor de K em $5,81 \text{ mmol}_c \text{dm}^{-3}$. No final do segundo ciclo os dados foram ajustados a um modelo linear crescente ($R^2=82,85$), indicando que o aumento das doses de biofertilizante proporcionou um aumento linear nos teores de K no substrato.

Figura 8—Teores de K ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função dos ciclos de coleta e das doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$). Redenção, Ceará, 2018.

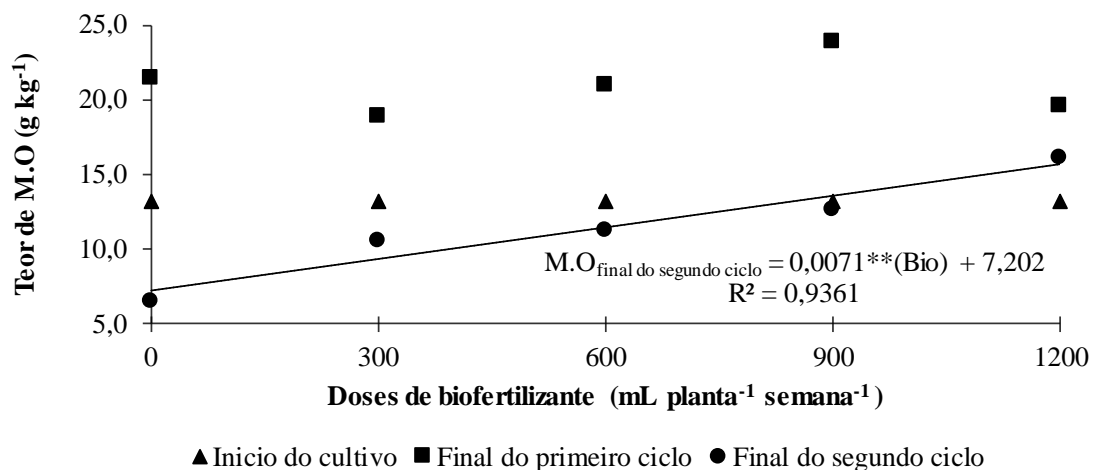


Fonte: Autor próprio (2018)

O potássio apresenta-se como um macronutriente responsável pela ativação de diversas enzimas envolvidas nos processos de fotossíntese e respiração. Além de controlar a abertura e fechamento estomático e regular o equilíbrio iônico (GURGEL *et al.*, 2010). É disponibilizado prontamente para as plantas, sem a necessidade do processo de mineralização (GONÇALVES, 2005), sendo por isso absorvido rapidamente pelas plantas após ser disponibilizado pelo biofertilizante.

A Figura 9 apresenta os teores de matéria orgânica (MO) em função das diferentes doses de biofertilizante líquido misto para os ciclos de cultivo. O teor de MO ao final do primeiro ciclo apresentou valor médio de 21,01 g.kg⁻¹, no entanto, não foi possível obter um ajuste matemático significativo. No final do segundo ciclo de cultivo, a análise de regressão foi ajustada a um modelo linear crescente, com coeficiente de determinação de 93,61 % indicando que os teores de MO reagiram positivamente com a aplicação de doses crescentes de biofertilizante.

Figura 9—Teores de MO (g kg⁻¹) do substrato em função dos ciclos de coleta e das doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹). Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de MO era de 13,28 g kg⁻¹, classificado como baixo (AQUINO *et al.*, 1993). Ao longo do primeiro ciclo houve um acréscimo de matéria orgânica incorporada ao substrato pelo biofertilizante líquido misto. Já ao final do segundo ciclo houve uma redução no teor de MO, possivelmente causado pelo maior consumo de nutrientes pelas plantas, uma que vez que no segundo ciclo estas apresentaram maior produtividade em relação ao primeiro ciclo.

4.3 Variáveis de produção

Na Tabela 6 encontra-se o resumo da análise de variância referente aos dados do diâmetro médio da raiz (DMR), comprimento médio da raiz (CMR), peso médio da raiz (PMR) e produtividade (PROD) da cenoura em função de diferentes ambientes de cultivo, das doses de biofertilizante líquido misto e dos ciclos de cultivo. Observa-se que o DMR foi influenciado significativamente pelo ambiente de cultivo, pelas doses de biofertilizante e pelas interações entre ciclo x dose e ambiente x dose, em nível de 1 % e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. O CMR foi significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F para o fator ambiente e para interação ciclo x dose. As variáveis PMR e PROD apresentaram efeito significativo em função de todos os tratamentos aplicados, apresentando significância de 1 % e 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6— Resumo da análise de variância das variáveis de produção da cenoura, cultivar Brasília, em função de diferentes ciclos, ambientes de cultivo e doses de biofertilizante.

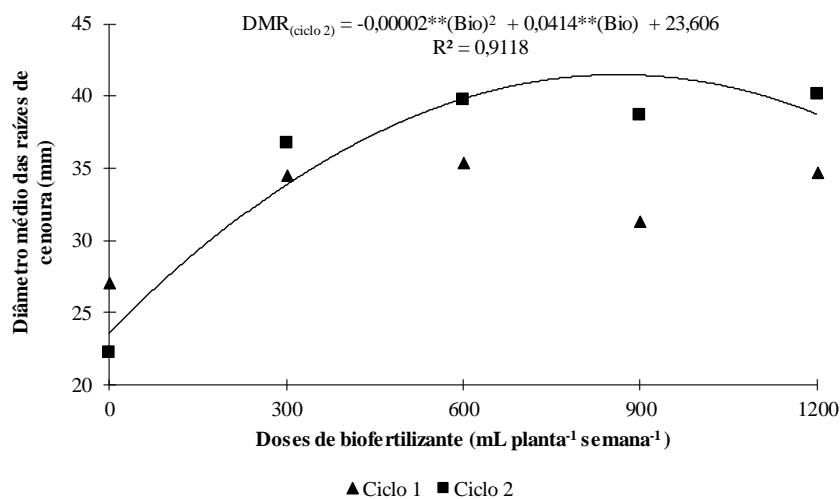
Redenção, Ceará, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		DMR	CMR	PMR	PROD
Blocos	3	2,8771 ^{ns}	6,4791 ^{ns}	188,7309 ^{ns}	4,0144 ^{ns}
Ciclo	1	167,9860 ^{ns}	63,4499 ^{ns}	34619,6869 [*]	185,7695 [*]
Resíduo (A)	3	80,7220	6,5312	2096,7510	16,1653 ^{ns}
Ambiente	1	351,0214 ^{**}	43,2033 [*]	17866,4486 ^{**}	142,5353 ^{**}
Ciclo*Ambiente	1	74,7994 ^{ns}	26,7452 ^{ns}	16220,8979 ^{**}	130,1112 ^{**}
Resíduo (B)	3	17,325	9,7906	377,6708 ^{ns}	7,0841
Dose	4	463,2162 ^{**}	4,0884 ^{ns}	12463,2115 ^{**}	80,1041 ^{**}
Ciclo*Dose	4	89,6101 ^{**}	13,9869 [*]	5415,3994 ^{**}	33,0755 ^{**}
Ambiente*Dose	4	57,1039 [*]	5,5184 ^{ns}	2583,1304 [*]	18,1730 ^{**}
Ciclo*Ambiente*Dose	4	40,0191 ^{ns}	5,9738 ^{ns}	2635,5226 [*]	17,6879 ^{**}
Resíduo (C)	51	18,9366	4,1667	901,6486	4,7521
Total	79	-	-	-	-
CV (A)	-	26,39	18,81	51,10	54,74
CV (B)	-	23,11	23,04	21,69	36,24
CV (C)	-	25,35	15,03	33,51	29,68

Fonte: Acervo pessoal (2018)

A Figura 10 apresenta a resposta do diâmetro médio das raízes de cenoura em função das doses de biofertilizante para os dois ciclos cultivo.

Figura 10—Diâmetro médio das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹) para dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



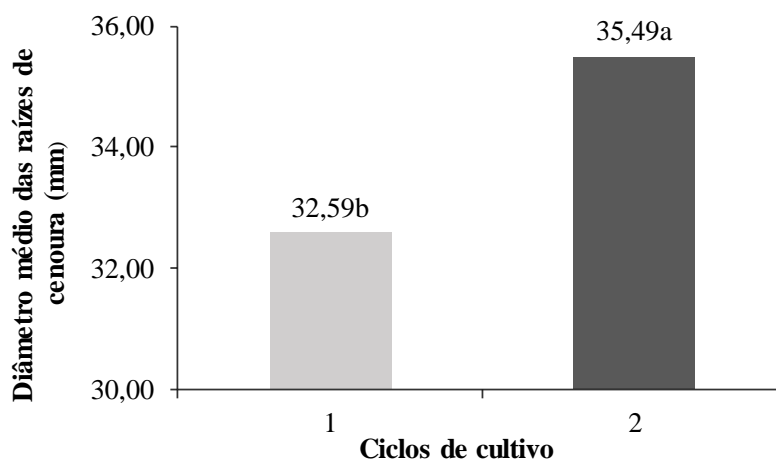
Fonte: Autor próprio (2018)

No primeiro ciclo de cultivo, as raízes atingiram um diâmetro médio de 32,59 mm, no entanto, não foi possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo. No segundo ciclo de cultivo, os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 91,18 %, indicando que o maior diâmetro de 45,03 mm foi estimado a partir da dose de 1035,00 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido misto.

A Figura 11 mostra o teste de média realizado para o diâmetro das raízes de cenoura em função dos dois ciclos de cultivo. Verificou-se que no segundo ciclo, houve um maior desenvolvimento das raízes, atingindo um valor médio de 35,49 mm, que foi 8,17 % superior, quando comparado ao primeiro ciclo (32,59 mm). O segundo ciclo de cultivo destaca-se por apresentar maior valor, possivelmente pelo efeito residual do biofertilizante do primeiro ciclo. Esse efeito pode ter ocorrido, pois a matéria orgânica adicionada ao solo através do biofertilizante pode ter efeito imediato no solo e/ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição promovida pela biomassa microbiana do solo (VIDIGAL *et al.*, 1995; RODRIGUES *et al.*, 2009).

Outro fator importante é que no segundo ciclo, possivelmente houve aumento no consumo dos macronutrientes o que poderia explicar a redução nos teores por exemplo de N e K e concomitantemente de MO. Vale salientar que o K é o nutriente mais absorvido e exportado pela cenoura (AQUINO *et al.*, 2015).

Figura 11— Teste de médias para o diâmetro das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



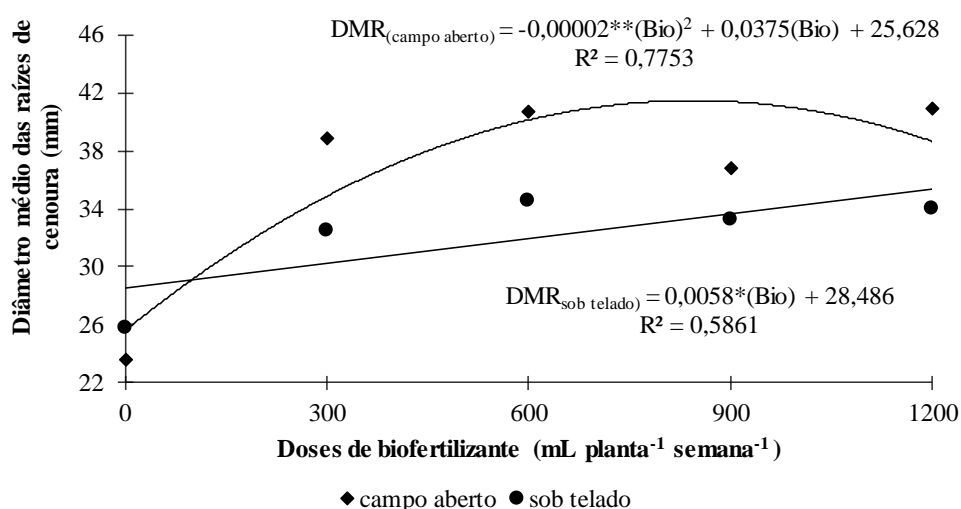
Fonte: Autor próprio (2018)

A diferença das condições ambientais de um ciclo para outro, possivelmente favoreceram maiores valores para o segundo ciclo, pois existe uma relação direta entre a incidência luminosa adequada para o desenvolvimento radicular de espécies através dos nutrientes gerados pela fotossíntese líquida (LARCHER,2000).

Os valores encontrados para ambos os ciclos foram superiores aos obtidos por Siqueira *et al.* (2005) que, em avaliações de raízes de cultivares de cenoura em sistema de produção orgânica, obtiveram raízes com diâmetros de 25,0-30,0 mm.

A Figura 12 apresenta a resposta do diâmetro médio das raízes de cenoura em função das doses de biofertilizante em dois ambientes de cultivo.

Figura 12— Diâmetro médio das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (ml planta⁻¹ semana⁻¹) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

A partir da análise de regressão do DMR em função das doses de biofertilizante para a condição de campo aberto obteve-se um ajuste ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 77,53 % indicando que o maior diâmetro da raiz de 43,20 mm foi obtido com a dose de 937,50 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido misto. Após atingir o valor máximo a adição de biofertilizante pode ter provocado excesso de nutrientes e com isso redução no DMR.

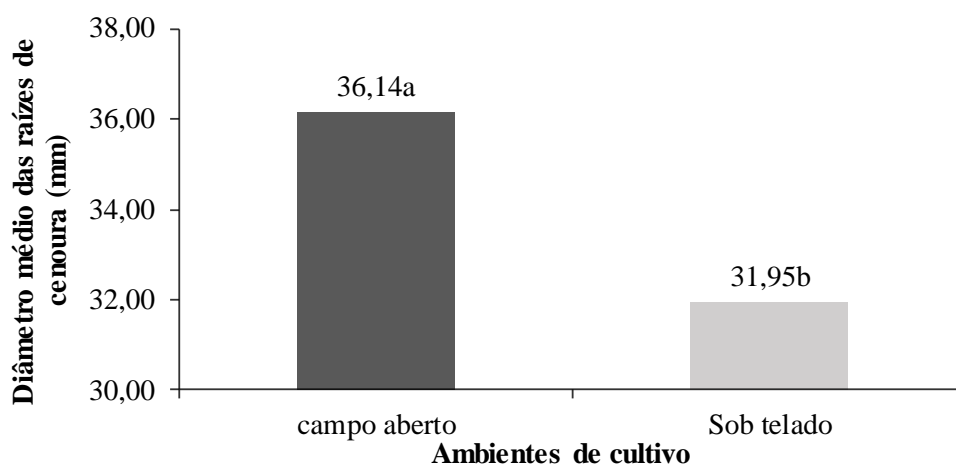
Na condição do cultivo sob telado, os valores ajustaram-se ao modelo linear crescente

com coeficiente de determinação (R^2) igual a 58,61 %. O modelo matemático indicou que o diâmetro médio da raiz de cenoura aumentou em 0,0058 mm para cada 1 unidade de aumento na dose de biofertilizante líquido misto. A maior dose de biofertilizante líquido misto (1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹) propiciou um diâmetro médio de 36,96 mm, ou seja, um incremento em até 24,35 % em relação a testemunha.

Paulus *et al.* (2012) e Mayer (2009) cultivando a cenoura, cultivar Brasília, sob composto orgânico, verificaram diâmetros médios de 32,1 mm e 34,8 mm, respectivamente, inferiores aos obtidos neste trabalho.

A Figura 13 mostra o teste de média realizado para o diâmetro das raízes de cenoura em dois ambientes de cultivo. Nota-se que no cultivo sob condição de campo aberto as raízes apresentaram maior diâmetro (36,14 mm), sendo 11,59 % superior comparado com os valores obtidos na condição de telado, que foi de 31,95 mm.

Figura 13— Teste de médias para o diâmetro das raízes de cenoura (mm), cultivar Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

O maior valor médio de diâmetro das raízes para a condição de campo aberto pode estar relacionado as condições de maior disponibilidade de luz, cerca de 40,98 %, além de maior amplitude térmica (13,94 %) quando comparado ao ambiente sob telado. Isso se justifica pela maior disponibilidade energética favorecer o processo fotossintético e a produção de biomassa radicular. Por conseguinte, atua no crescimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

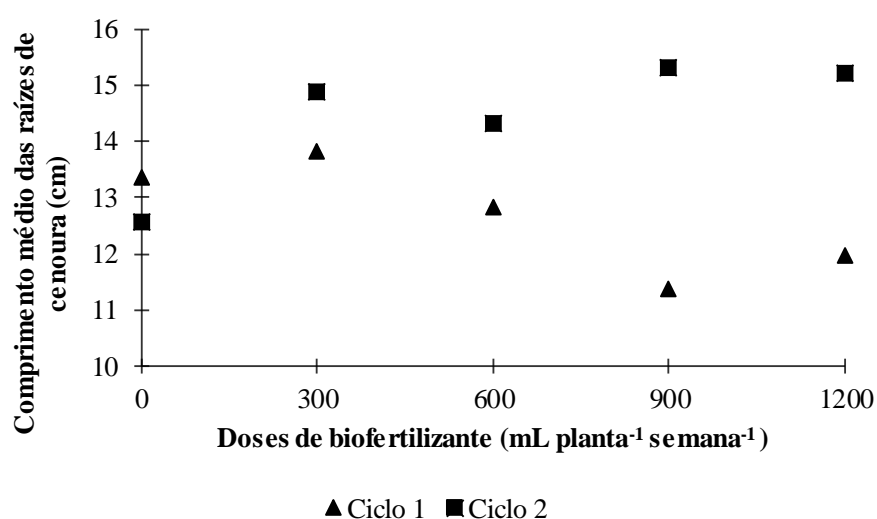
Algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosas

apresentam à capacidade de ajustar seu comportamento fisiológico, bioquímico, anatômico e de crescimento para otimizar a aquisição de recursos (ATROCH *et al.*, 2001; SOUZA *et al.*, 2011).

A eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente (LARCHER, 2000). Assim, a disponibilidade de radiação pode ser um fator que altere a produção de compostos secundários nas plantas que atuam no crescimento (NINA; LERDAU, 2003; GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

A Figura 14 apresenta a resposta do comprimento médio das raízes de cenoura em função das doses de biofertilizante para dois ciclos de cultivo. As raízes atingiram um crescimento médio de 12,7 cm (primeiro ciclo) e 14,5 cm (segundo ciclo), no entanto, não foi possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo.

Figura 14— Comprimento médio das raízes de cenoura (cm) em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹) para dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

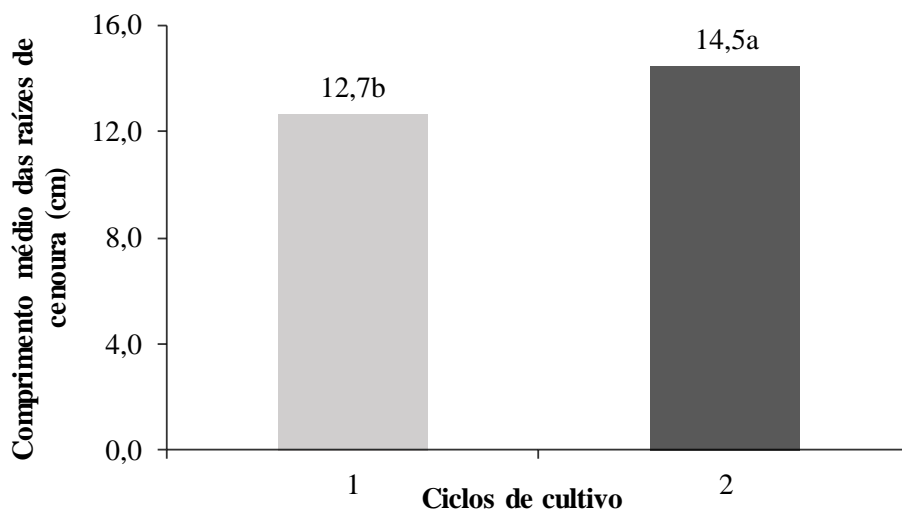


Fonte: Autor próprio (2018)

Essa diferença não ocorreu para Figueiredo Neto *et al* (2010) ao estudar o comprimento da cenoura, cultivar Brasília, a partir de adições de compostos orgânicos.

Ao se aplicar o teste de médias (Figura 15) verifica-se que o segundo ciclo (14,5 cm) apresentou média superior em 12,41 % quando relacionado ao primeiro ciclo (12,7 cm) de cultivo.

Figura 15— Teste de médias para o comprimento das raízes de cenoura (cm), cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

O maior comprimento das raízes para a condição do segundo ciclo pode estar relacionado ao fato desse período ter reunido características abióticas como temperatura, pluviosidade e luminosidade adequadas ao desenvolvimento da cultura (MATTEDI *et al.*, 2016). Além dos condicionantes nutricionais fornecidos pelo efeito residual (primeiro ciclo) e a adição do biofertilizante líquido misto ao longo do segundo ciclo.

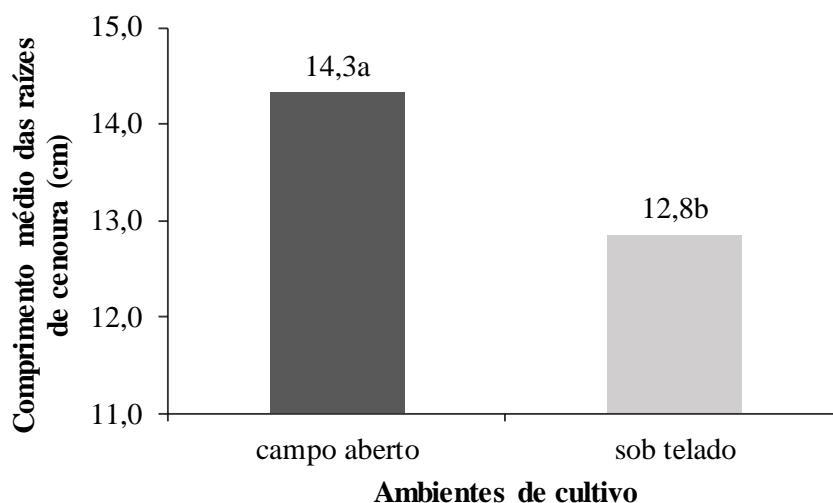
Os comprimentos médios das raízes de cenoura nos dois ciclos foram inferiores aos encontrados por Vieira e Pessoa (2008), em que a cultivar Brasília apresentou porte médio entre 15 e 22 cm. Os autores ainda mencionaram que o consumidor brasileiro prefere raízes de cenoura para consumo *in natura* que sejam bem desenvolvidas, com formato cilíndrico, lisas, sem raízes laterais, com diâmetro de 3-4 cm e comprimento de 15-20 cm sem pigmentação verde ou roxa na parte superior (ombro). Esses são os principais determinantes da qualidade no mercado brasileiro, durante o processo de comercialização (LANA; VIEIRA, 2000).

Bruno *et al.* (2007) trabalhando com produtividade e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada com adubação orgânica e mineral obtiveram média de 13,5 cm para o comprimento de cenouras utilizando adubação orgânica e biofertilizante, via planta.

A Figura 16 apresenta a resposta do comprimento médio das raízes de cenoura em função dos dois ambientes de cultivo. Nota-se que para o campo aberto (14,3 cm) as raízes

apresentaram médias 10,49 % superiores aos obtidos sob telado (12,8 cm).

Figura 16— Teste de médias para o comprimento das raízes de cenoura (cm), cultivar Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

O cultivo em campo aberto proporcionou maior média de comprimento das raízes, possivelmente pela característica da cenoura ser uma planta C3, logo a atividade de várias enzimas do ciclo de Calvin, como a Rubisco, serem moduladas pela presença de luz e esse ambiente apresentou maior disponibilidade energética através da incidência luminosa (40,98 %) e de amplitude térmica (13,94 %) em relação ao ambiente sob telado.

Sabe-se que diferenças microclimáticas a exemplo de temperaturas e incidências luminosas atuantes em culturas influenciam seu desenvolvimento (POSSAS *et al.*, 2012). Segundo Machado *et al.* (2005), para a maioria das plantas C3, como a cenoura, a temperatura média ótima encontra-se próxima aos 25 °C. Esse valor está próximo dos valores médios para o campo aberto (29,43° C) e sob telado (28,66 °C) encontrados nesse trabalho. Os resultados encontrados nesse trabalho diferem de Cavatte *et al.* (2009), os quais concluíram que a cenoura cultivar Brasília apresentou desenvolvimento mais satisfatório em ambientes com menores incidências de luz. Já Marsaro *et al.* (2014) estudando o coentro (*Coriandrum sativum* L.), cultura da mesma família que a cenoura, em dois ambientes de cultivo (campo aberto e sob telado) concluíram que o desenvolvimento da espécie foi mais satisfatório no ambiente campo aberto.

A Tabela 7 apresenta o teste de média para o peso médio das raízes de cenoura em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo.

Tabela 7—Teste de média do peso médio das raízes de cenoura (g), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

Ciclos de cultivo	Ambientes de cultivo	
	Campo aberto	Sob telado
1º ciclo	69,512 bA	68,102 aA
2º ciclo	139,595 aA	81,228 aB

Médias em uma mesma coluna, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, enquanto médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Acervo pessoal (2018)

Nota-se um acréscimo de 41,81 % no PMR para a condição de campo aberto (139,595 g) em relação ao ambiente sob telado (81,228 g) ao final do segundo ciclo de cultivo.

Os dois ciclos de cultivo ocorreram em épocas distintas sendo esse um dos fatores que possivelmente pode explicar os maiores valores obtidos para o segundo ciclo de cultivo, uma vez que, as condições climáticas podem ter influenciado de forma significativa a obtenção dessas médias. Outro fator que pode ter influenciado essa diferença entre os ciclos é o efeito residual do biofertilizante do primeiro ciclo. Além disso é possível que de um ciclo para outro tenha ocorrido um incremento nutricional e, possivelmente, efeito fito-hormonal (PINHEIRO; BARRETO, 1996).

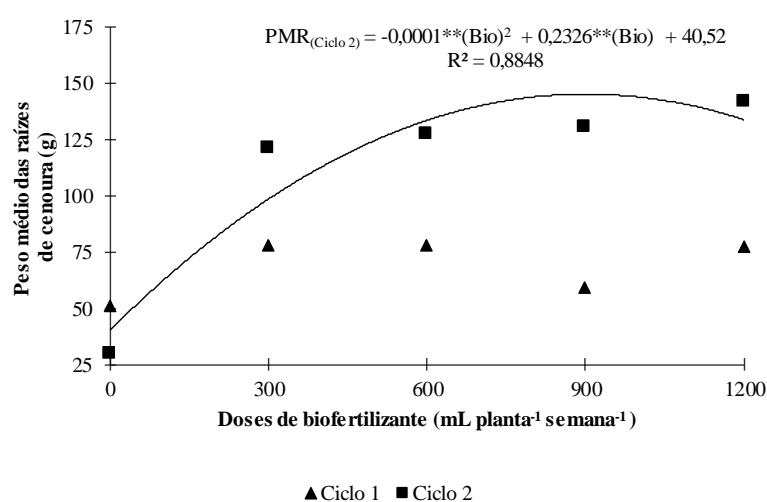
O campo aberto por estar em condição de maior incidência luminosa, possivelmente apresentou maior atividade fotossintética o que permitiu uma expansão foliar, desenvolvimento da raiz e radículas, por isso maior valor médio. Já para a condição sob telado houve um sombreamento que possivelmente diminuiu a intensidade das ramificações e com isso menor distribuição de fotoassimilados, ou seja, uma redução do teor de carboidratos nas folhas, que conseqüentemente poderá ter comprometido os processos de partição e alocação dos fotoassimilados para as raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para uma condição sob telado a produção de reservas é menor, devido a sua taxa fotossintética menor, uma vez que a cultura não é classificada como espécie umbrófila.

A Figura 17 apresenta a resposta do peso médio das plantas de cenoura em função das

doses de biofertilizante para os dois ciclos de cultivo.

Figura 17— Peso médio das raízes de cenoura (g), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

No primeiro ciclo de cultivo, as raízes atingiram um peso médio de 68,80 g, no entanto, não foi possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo. No segundo ciclo, os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 88,48 % sendo que o maior peso médio 175,78 g foi estimado para o valor máximo de 1163,00 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido misto.

O peso médio das raízes de cenoura foi maior para o segundo ciclo, possivelmente por haver maior disponibilidade de nutrientes através do efeito residual do biofertilizante líquido misto do primeiro ciclo e as condições climáticas que permitiram o desenvolvimento tanto para essa variável como para comprimento e diâmetro.

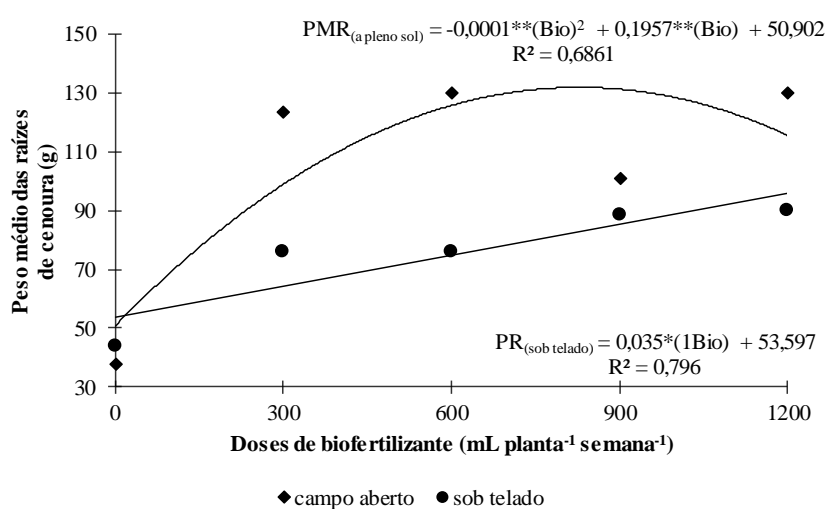
Esse valor maior para o segundo ciclo pode estar associado aos teores de P no substrato, pois esse macronutriente em quantidades adequadas, estimula a formação das raízes e com isso incrementa a produção (RAIJ, 1991).

Bruno *et al.* (2007) analisando a produção e qualidade de cenouras sob dois tratamentos, verificaram que a utilização de compostos orgânicos através do biofertilizante líquido misto aplicado via solo proporcionou aumento no peso das raízes, pois a maior

produção foi obtida no tratamento com o uso de biofertilizante incorporados ao solo (495 g) valor superior ao obtido nesse trabalho. Já Lacerda (2014) trabalhando com cenoura cultivar Brasília obteve média de 64,8 g utilizando biofertilizante bovino.

A Figura 18 apresenta a resposta do peso médio das raízes de cenoura em função das doses de biofertilizante líquido misto para os dois ambientes de cultivo.

Figura 18—Peso médio das raízes de cenoura (g) em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

A partir da análise de regressão do peso das raízes em função das doses de biofertilizante para a condição de campo aberto, obteve-se que os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 68,61 % , indicando que a dose de 978,50 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido misto maximizou o peso da raiz em 146,65 g

Na condição sob telado os valores ajustaram-se ao modelo linear crescente com coeficiente de determinação (R^2) igual a 79,60 % , indicando que o peso médio da raiz de cenoura aumentou em 0,035 g para cada 1 unidade de aumento na dose de biofertilizante líquido misto. A maior dose de biofertilizante líquido misto (1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹) propiciou um peso médio de 89,70 g, ou seja, um incremento em até 51,54 % em relação a testemunha (43,46 g).

O aumento do peso médio da raiz para a condição de campo aberto, pode ser reflexo de um desenvolvimento tanto do diâmetro quanto do comprimento o que possivelmente

ocorreu, em virtude, da raiz da cenoura ser o ambiente de reserva nutricional do processo fotossintético. Contudo, esse aumento ocorreu até atingir o valor máximo tendo um decréscimo a partir dessa dose. Possivelmente, as doses superiores ao valor máximo forneceram nutrientes em excesso que podem ter provocado redução no peso.

O destaque para o ambiente campo aberto corrobora com os resultados encontrados para o macronutriente N que foi menor para essa condição de ambiente o que possivelmente ocorreu, em virtude, da utilização desse pelas raízes através das doses crescentes de biofertilizante, haja visto, ser um nutriente que desempenha função estrutural, na composição de aminoácidos, proteínas e bases nitrogenadas, além de exercer papel importante nos processos de fotossíntese e respiração (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

A Tabela 8 apresenta o teste de média para a produtividade média das raízes de cenoura em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo.

Tabela 8—Teste de média da produtividade das raízes de cenoura ($t\ ha^{-1}$), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

Ciclos de cultivo	Ambientes de cultivo	
	Campo aberto	Sob telado
1º ciclo	5,881 bA	5,761 aA
2º ciclo	11,479 aA	6,258 aB

Médias em uma mesma coluna, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, enquanto médias na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

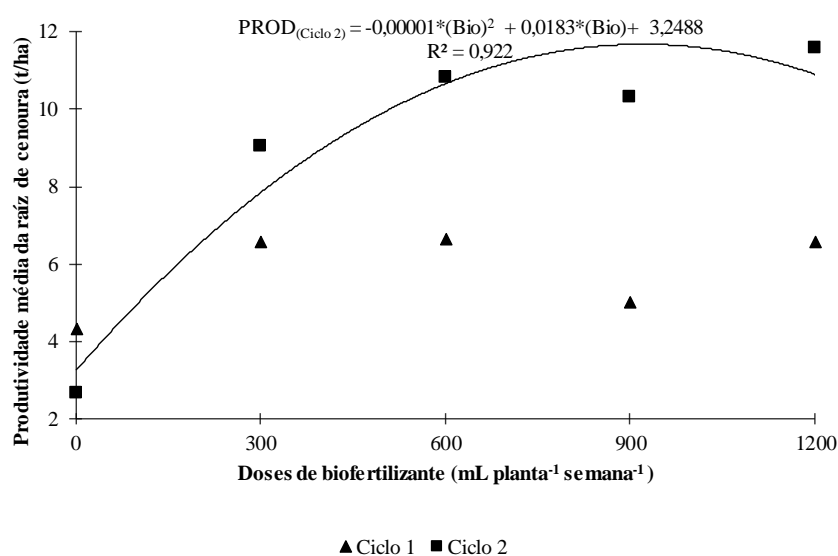
Fonte: Acervo pessoal (2018)

Nota-se um acréscimo de 45,48 % na produtividade da cenoura para a condição de campo aberto ($11,479\ t\ ha^{-1}$) em relação ao ambiente sob telado ($6,258\ t\ ha^{-1}$) ao final do segundo ciclo de cultivo. Esta superioridade pode ter ocorrido, em virtude da atenuação dos fatores temperatura e irradiância que ao reduzir o fluxo de luz e energia, promove processo de estiolamento das plantas e concomitantemente menor alocação de carboidratos para as raízes (SANTOS *et al.*, 2010). Outro fator que pode explicar a resposta da produtividade no campo aberto estar relacionada ao período de condução do experimento que apresentou maior incidência luminosa 4,77 % quando comparado ao primeiro ciclo de cultivo o que pode ter contribuído para um desempenho fotossintético mais eficiente com maior produção de biomassa radicular.

A produtividade maior para o segundo ciclo de cultivo também é resultado do efeito residual de compostos orgânicos do primeiro ciclo, além do incremento nutricional nas variáveis de fertilidade do substrato (N, P, K e MO) como visto pelo ajuste linear crescente ao aumento das doses de biofertilizante.

A Figura 19 apresenta a resposta da produtividade média das plantas da cenoura em função das doses de biofertilizante para os dois ciclos de cultivo.

Figura 19— Produtividade média das raízes de cenoura, cultivar Brasília ($t\ ha^{-1}$), em função de diferentes doses de biofertilizante BIO ($mL\ planta^{-1}\ semana^{-1}$) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



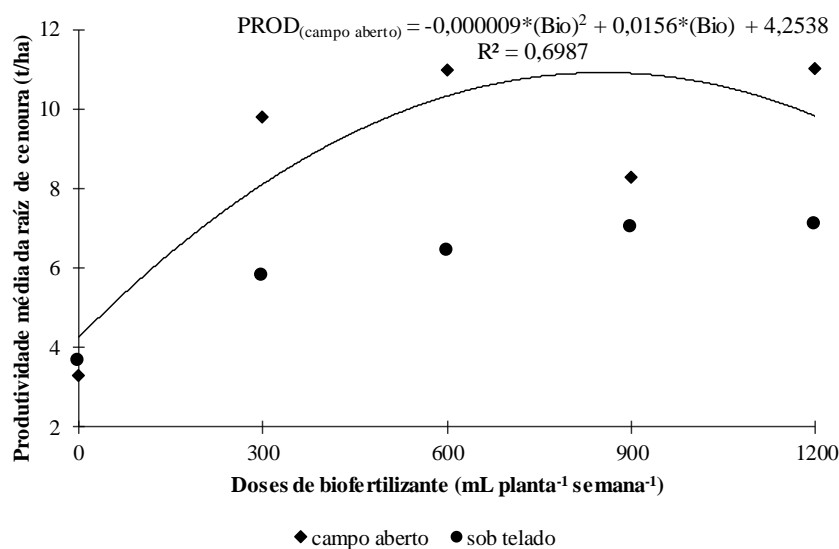
Fonte: Autor próprio (2018)

No primeiro ciclo de cultivo, as raízes atingiram uma produtividade média de $5,82\ t\ ha^{-1}$, não sendo possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo. No segundo ciclo os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 92,20 %, verificando-se que a dose de $915,00\ mL\ planta^{-1}\ semana^{-1}$ de biofertilizante líquido misto proporcionou uma produtividade máxima de $11,62\ t\ ha^{-1}$. Possivelmente a adição do biofertilizante líquido misto contribuiu para aumento da produtividade ao final do segundo ciclo, pois o BIO é fonte de K que estimula o aproveitamento do N possibilitando melhor absorção, assimilação, nutrição e consequente produtividade (VIANA; KIEHL, 2010). Vale salientar que ao final do primeiro ciclo o teor máximo de K incorporado ao substrato foi de $5,81\ mmol\ c\ dm^{-3}$ que corresponde a um

acréscimo de 63,85 % em relação a condição inicial do substrato ($2,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

A Figura 20 apresenta a resposta da produtividade média das raízes de cenoura, calculada para um stand com 84.602,37 plantas, em função das doses de biofertilizante para os dois ambientes de cultivo. Em relação ao ambiente sob telado, as raízes atingiram uma produtividade média de $6,01 \text{ t ha}^{-1}$, no entanto, não foi possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo.

Figura 20—Produtividade média das raízes de cenoura (t ha^{-1}) em função de diferentes doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) para duas condições de ambiente. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

A partir da análise de regressão dos dados de produtividade em função das doses de biofertilizante, para a condição de campo aberto, verificou-se que os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 69,87 %. O modelo indicou que a maior produtividade média $11,02 \text{ t ha}^{-1}$ foi estimada para dose de $866,70 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ de biofertilizante líquido misto.

A maior produtividade para o campo aberto pode estar associada a disponibilidade de N e K fornecidos através do biofertilizante, pois esses macronutrientes são acumulados pela maioria das hortaliças e desempenham papel em todo o ciclo vegetal (FILGUEIRA, 2012).

O menor teor de N para o campo aberto corrobora com a afirmação de consumo desse macronutriente, uma vez que desempenha papel na biossíntese de açúcares, os quais podem

ser translocados para as raízes. Já o K é o elemento chave para a cenoura como pode ser visto nos trabalhos que avaliaram a extração pelas raízes de macronutrientes do solo e obtiveram a seguinte ordem decrescente $K > N > Ca > P > S > Mg$ de prioridade (CECÍLIO FILHO; PEIXOTO, 2013; CORRÊA; CARDOSO, 2017).

Considerando a densidade de plantio usual para a cultivar (1.250.000 plantas ha⁻¹), a produtividade estimada é 85,99 t ha⁻¹, valor que estaria acima da produtividade 35 a 45 t ha⁻¹ divulgadas em Vieira e Pessoa (2008). Além dos valores referentes a média nacional para essa cultura e a mundial (31,0 t ha⁻¹) (MAROUELLI *et al.*; 2007; RESENDE *et al.*, 2016).

4.4 Variáveis de Pós-colheita

O resumo da análise de variância para os dados de acidez titulável total, pH, e sólidos solúveis (SS) estão apresentados na Tabela 9. Nota-se que os valores de acidez titulável total (ATT) foram influenciados significativamente em função do ciclo, do ambiente, das doses e das interações ciclo x ambiente e ciclo x dose. Os valores de pH (potencial hidrogeniônico) foram influenciados significativamente pelo ciclo de cultivo, pela dose de biofertilizante e pela interação ciclo x dose. Já os valores de sólidos solúveis (SS) só foram influenciados significativamente pelo ciclo e pelo ambiente de cultivo, não havendo influência sob dose e as interações entre os fatores.

Tabela 9—Resumo da análise de variância da pós-colheita da cenoura em função de diferentes ciclos, ambientes de cultivo e doses de biofertilizante (BIO). Redenção, Ceará, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		ATT	pH	SST
Blocos	3	0,0007 ^{ns}	0,0564 ^{ns}	2,6109 ^{ns}
Ciclo	1	0,0817*	1,3056*	115,3681**
Resíduo (A)	3	0,0027	0,0634	1,2975
Ambiente	1	0,0566**	0,1217 ^{ns}	25,6172**
Ciclo*Ambiente	1	0,0184**	0,0289 ^{ns}	2,7122 ^{ns}
Resíduo (B)	3	0,0015	0,0196	1,0048
Dose	4	0,0091**	0,0307*	2,9379 ^{ns}
Ciclo*Dose	4	0,0059*	0,0376**	1,0488 ^{ns}
Ambiente*Dose	4	0,0033 ^{ns}	0,0132 ^{ns}	0,6724 ^{ns}

Ciclo*Ambiente*Dose	4	0,0017 ^{ns}	0,0392 ^{**}	0,4379 ^{ns}
Resíduo (C)	51	0,0018	0,0106	1,461
Total	79	-	-	-
CV (A)	-	31,33	4,19	14,78
CV (B)	-	23,11	2,33	13,00
CV (C)	-	25,35	1,72	15,68

Fonte: Acervo pessoal (2018)

A Tabela 10 apresenta o teste de média para a acidez titulável total média das raízes de cenoura em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo.

Tabela 10—Teste de média da acidez titulável das raízes de cenoura (% de ácido málico), cultivar Brasília, em função dos ciclos e dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

Ciclos de cultivo	Ambientes de cultivo	
	Campo aberto	Sob telado
1º ciclo	0,146 bA	0,123 aA
2º ciclo	0,240 aA	0,157 aB

Médias em uma mesma coluna, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, enquanto valores na mesma linha, seguidos por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Acervo pessoal (2018)

As raízes de cenoura cultivadas sob campo aberto apresentaram teores mais elevados de ATT, possivelmente devido a maior disponibilidade energética do ambiente, que favoreceu o aumento da atividade fotossintética e consumo do nitrogênio disponível do solo, justificado pelo menor teor desse nutriente nessa condição.

A acidez titulável em hortícolas é oriunda, principalmente, dos ácidos orgânicos que se encontram associados a outros compostos, tais como: sais, ésteres e açúcares ou na forma livre dissolvidos nos vacúolos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Brody (1996) durante a própria respiração das plantas ocorre processos oxidativos que tendem a diminuir o valor da acidez o que é mais visível em ambientes sombreados.

Figueiredo Neto *et al.* (2010), analisando diferentes compostos orgânicos na produção de cenoura, constataram que não houve diferença estatística para os valores de acidez total titulável nas diferentes fontes orgânicas. Barros *et al.* (2010) avaliando diferentes aplicações de fertilizantes em cenouras também não encontraram diferenças significativas e sugeriram

que a acidez titulável total é uma variável intrínseca da própria planta, sofrendo poucas influências do ambiente.

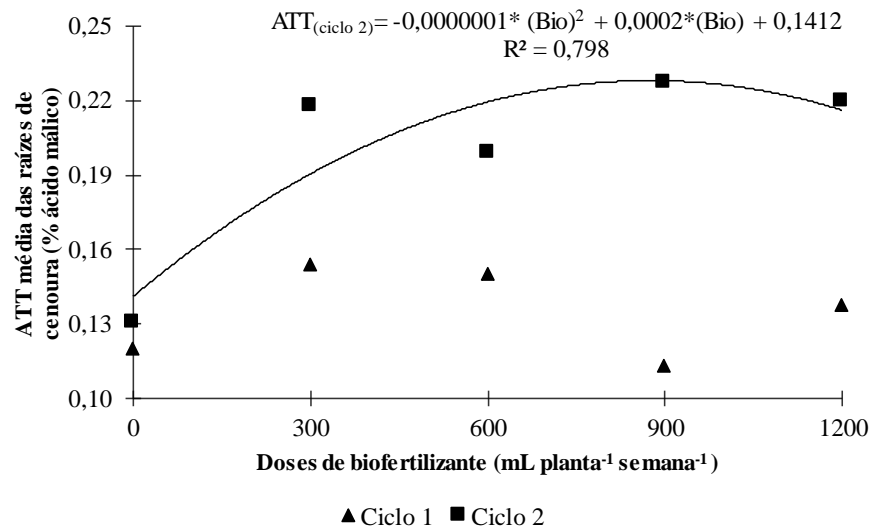
O maior valor da ATT para o segundo ciclo está relacionado ao acúmulo de ácidos orgânicos na planta. Esse acúmulo pode ter acontecido por problemas na reação de descarboxilação desses ácidos orgânicos e liberação do CO₂ para o Ciclo de Calvin por problemas de fotorrespiração muito comum em plantas C3 (PASCHOALINO, 1997; KADER, 2008; GUREVITCH, 2009).

O valor médio de acidez titulável para o segundo ciclo foi maior que os observados por Alves et al. (2010) para as cultivares Alvorada (0,172 %), Brasília (0,167 %) e Esplanada (0,171 %). Contudo, os valores de uma forma geral são baixos, em virtude, possivelmente de reações oxidativas nos ácidos orgânicos após o amadurecimento, a colheita e durante o tempo de armazenamento (FENEMA, 1985).

Barros Júnior *et al.* (2010) encontraram valores de acidez titulável total para o coentro em função do uso de espécies espontâneas como adubos verdes em diferentes quantidades valores de 0,145 a 0,211 %.

A Figura 21 apresenta o resultado da análise de regressão da acidez titulável em função das doses de biofertilizante, para os dois ciclos de cultivo. No primeiro ciclo de cultivo, o valor médio da acidez titulável foi de 0,137 % de ácido málico, não sendo possível ajustar os dados a um modelo matemático significativo. No segundo ciclo, os valores ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com o coeficiente de determinação (R²) igual a 79,80 %, indicando que o maior valor para a acidez titulável foi de 0,241 % de ácido málico estimado a partir da dose de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido misto.

Figura 21— Acidez titulável total média das raízes de cenoura (% de ácido málico), cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO (mL planta⁻¹ semana⁻¹) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



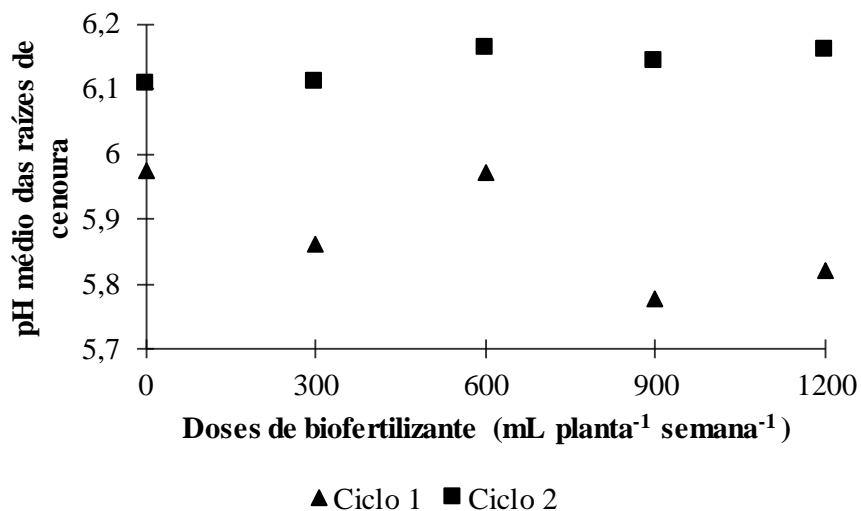
Fonte: Autor próprio (2018)

A acidez titulável aumentou durante o segundo ciclo até atingir o valor máximo, ou seja, o ponto que reuniu o equilíbrio nutricional entre macro e microelementos necessários à nutrição da cenoura, cultivar Brasília (SILVA et al., 2007; BARROS; LIBERALINO FILHO, 2008). Assim, mesmo os nutrientes (N, P, K) adicionados através na MO incorporada ao substrato via BIO terem efeito linear crescente para o segundo ciclo, essa adição foi ideal até certo ponto, em virtude, do efeito quadrático.

O fornecimento de nutrientes ao solo e o efeito residual destes ao longo do ciclo de cultivo, podem influenciar em variáveis de pós-colheita, um dos nutrientes que podem afetar as plantas, devido as próprias funções que desempenha é o N, logo pode atuar na ATT (MULLER, 1982; ARAÚJO et al., 2004; FERREIRA et al., 2006; NEGRINI; MELO, 2007).

A Figura 22 apresenta o comportamento do pH das raízes da cenoura em função das doses de biofertilizante para os dois ciclos de cultivo. Os valores médios do pH foram de 5,88 (primeiro ciclo) e 6,12 (segundo ciclo), classificados como altos. Não sendo possível ajustar um modelo matemático significativo para nenhum dos os ciclos.

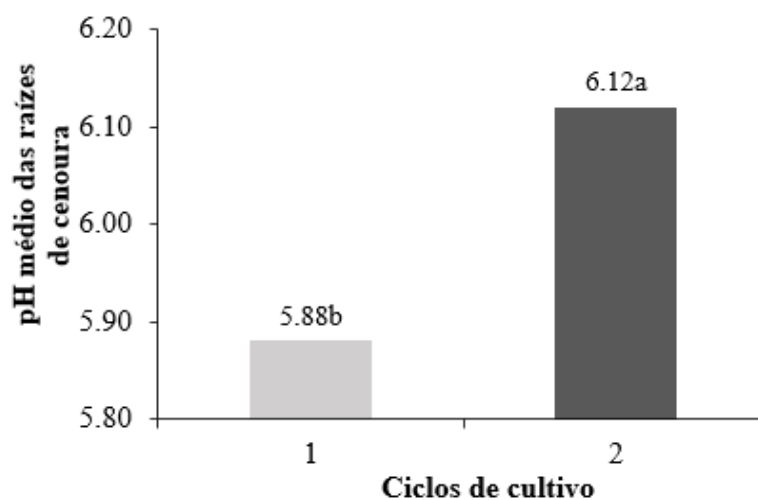
Figura 22— pH médio das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função de diferentes doses de biofertilizante BIO ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) em dois ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

A Figura 23 apresenta o resultado do teste de médias para o pH das raízes de cenoura em função dos ciclos de cultivo. Nota-se que o pH médio para o segundo ciclo foi de 6,12 sendo 3,92 % superior ao primeiro ciclo 5,88.

Figura 23—Teste de médias para o pH das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

A determinação do pH indica o estado de conservação do produto, pois avalia a

presença de íons H^+ . No entanto, variação de pH não está associada apenas a acidez (presença de H^+), mas também a capacidade de se manter um equilíbrio tampão do suco ou da polpa (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A explicação desses autores pode ser utilizada como subsídio para os resultados desse trabalho, pois ocorreu aumento do pH para um aumento de acidez do primeiro para o segundo ciclo de cultivo.

Os resultados desse trabalho diferem de Ferreira *et al.* (2010) que trabalharam com a cultivar Brasília em diferentes épocas de colheita e concluíram que o pH das raízes decresceu proporcionalmente ao retardamento da época de colheita. A justificativa dos autores menciona a diminuição do pH a partir do incremento na concentração de ácidos com o desenvolvimento das raízes. Além disso, é importante notar que a composição química das raízes sofre influência de fatores genéticos e das condições de cultivo tais como: sistemas de cultivos, tipos e propriedades físicas do solo, época de plantio, temperatura durante a estação de crescimento da cultura, além da fertilização, densidades de plantio, época de colheita, entre outros (BAARDSETH *et al.*, 1995; FERREIRA *et al.*, 2010).

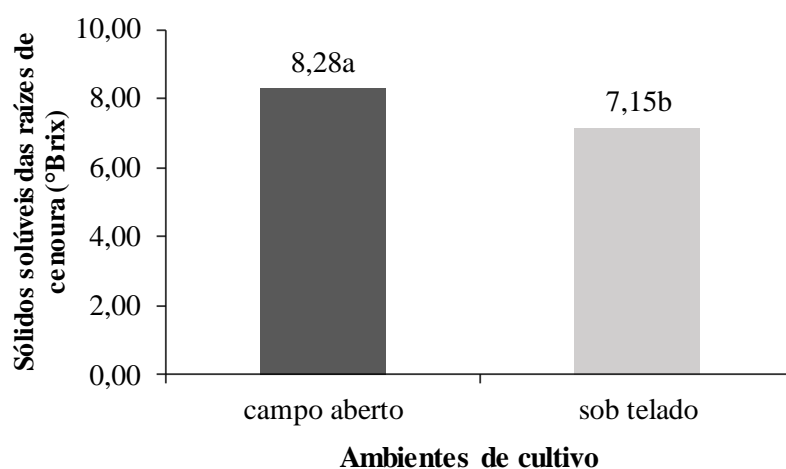
Os resultados em ambos os ciclos corroboraram com a afirmação de que a cenoura é um alimento pouco ácido, pois apresenta $pH > 4,5$ (STUMBO, 1965). No âmbito da pós-colheita é necessário que o pH esteja em uma condição de acidez, isto é, apresentar valores menores que cinco, pois nessa situação ocorre inibição no crescimento de microorganismos que acelerariam o processo de deterioração (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Nesse trabalho os valores para a cenoura foram superiores a cinco em ambos os ciclos de cultivo, logo seria necessário um processo de esterilização para garantir a segurança do alimento, mas ocasionaria maior consumo de energia e maior custo final (MONTEIRO *et al.*, 2008).

Estudando aspectos qualitativos e quantitativos da cenoura adubada com biofertilizante foliar e diferentes fontes de matéria orgânica no solo, Paiva *et al.* (2013) observaram que o pH em função de fontes de matéria orgânica apresentou valor médio equivalente a 5,56 não diferindo dos tratamentos que receberam as concentrações de biofertilizante. Avaliando quantitativamente as raízes de cenoura no sistema mandalla de produção orgânica e no sistema convencional, Santos (2010) observou médias da ordem de 5,97 e 5,77, respectivamente.

Os valores obtidos se aproximaram dos encontrados por Ferreira *et al.* (2011) encontraram pH de 6,23 e 6,22 em cenoura 'Brasília' cultivadas em monocultivo e consorciada com rabanete, respectivamente. Alves *et al.* (2010) encontraram valores de 5,91; 5,99 e 5,87 para as cultivares Alvorada, Brasília e Esplanada, respectivamente, assim como Soares *et al.* (2010) obteve valores de 5,96 e 5,52 na cultivar Brasília.

A Figura 24 apresenta a análise dos sólidos solúveis das raízes da cenoura em função dos dois ambientes de cultivo. Nota-se que o SST das raízes quando cultivadas em ambiente campo aberto apresentou valores médios de 8,28 °Brix, representando uma superioridade de 13,65 % comparado ao ambiente sob telado com 7,15 °Brix. Os valores obtidos em ambos ambientes se encontram dentro da faixa de valores detectados em cultivar ‘Brasília’ de 4,5 a 12,5 °Brix (LANA; VIEIRA. 2000).

Figura 24— Teste de médias para sólidos solúveis (°Brix) das raízes de cenoura, cultivar Brasília, em função dos ambientes de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.

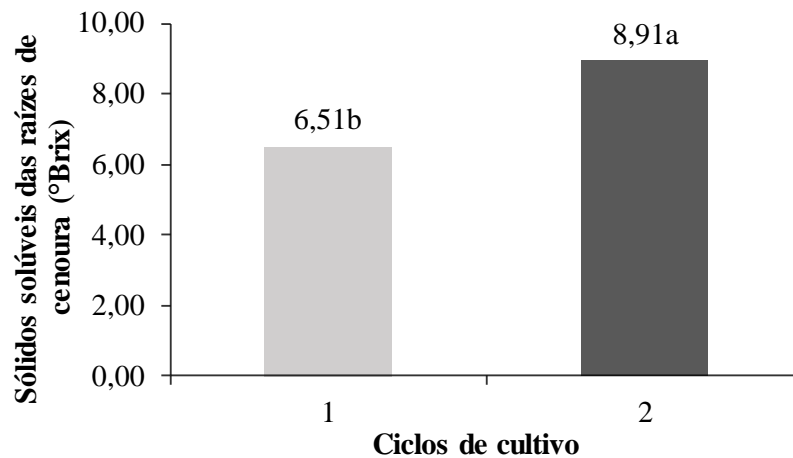


Fonte: Autor próprio (2018)

Os sólidos solúveis (°Brix) apresentam correlação positiva forte com o teor de açúcares, por isso é aceito como uma característica essencial na qualidade de frutos e hortaliças (PINHEIRO *et al.*, 1984; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Assim é possível que o acúmulo de açúcar foi maior no campo aberto em razão da maior disponibilidade energética para o processo fotossintético em relação ao ambiente sob telado.

A Figura 25 apresenta a análise dos sólidos solúveis das raízes da cenoura em função dos dois ciclos de cultivo. Nota-se que o SST das raízes quando cultivadas no segundo ciclo apresentou valores médios de 8,91°Brix, representando uma superioridade de 26,94 % comparado ao primeiro ciclo com 6,51 °Brix.

Figura 25— Teste de médias para sólidos solúveis das raízes de cenoura (°Brix), cultivar Brasília, em função dos ciclos de cultivo. Redenção, Ceará, 2018.



Fonte: Autor próprio (2018)

O segundo ciclo apresentou maior valor possivelmente pela maior disponibilidade energética que somada ao efeito residual do biofertilizante líquido misto do primeiro ciclo e o aplicado ao longo do segundo ciclo permitiram processos fotossintéticos mais eficientes, além do incremento de nutrientes ao substrato com destaque para a adição de K (cinzas), pois houve um aumento de 63,85 % ao final do primeiro ciclo em relação a condição inicial. Esse macronutriente apresenta importância para a cenoura e influencia os teores de sólidos solúveis aumentando a quantidade de açúcar, pois regula a translocação de nutrientes ao longo da planta, fotossintatos para os órgãos de armazenamento e atua na regulação de diversas reações de síntese (LOPES, 1998; MEURER, 2007; TAIZ; ZIEGER, 2004; SENAPATI; SANTRA, 2011;)

A adição de compostos orgânicos dependendo da cultura pode aumentar o SST como em Paiva et al. (2013) estudando os aspectos qualitativos e quantitativos da cenoura a partir da utilização de húmus de minhoca, esterco bovino e caprino, observaram valores de 10,33, 11,83 e 11,67 °Brix, respectivamente. Ao passo que, as concentrações 0, 30, 60 e 90 mL L⁻¹ de biofertilizante, conferiram valores de 11,66, 12,22, 10,55 e 10,66 °Brix, sendo esses valores superiores aos valores encontrados no presente estudo.

Paulus *et al.* (2012) avaliando a produção e aceitabilidade de cenoura sob cultivo orgânico no inverno e no verão, obtiveram resultados de sólidos solúveis variando de 6,8 a 10 °Brix. Já Barros Júnior *et al.* (2005) e Santos (2010) obtiveram valores de SST de 7,6 e 6,9 °Brix, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

O biofertilizante apresentou efeito positivo durante os ciclos de cultivo através do incremento nutricional ao substrato em relação a condição inicial.

A condição de campo aberto ao final do segundo ciclo reuniu as melhores respostas para peso médio da raiz, produtividade e acidez titulável.

O cultivo da cenoura no segundo ciclo e a aplicação do biofertilizante em diferentes doses proporcionaram melhores respostas as variáveis de produção e de pós-colheita, a exceção foi sólidos solúveis.

O cultivo da cenoura sob campo aberto e a aplicação do biofertilizante em diferentes doses proporcionaram melhores respostas apenas as variáveis de produção, a exceção foi o comprimento médio da cenoura. Recomenda-se para o ambiente campo aberto nas mesmas condições experimentais doses até 866,67 mL planta⁻¹ semana⁻¹ para melhorar a produção de cenoura na região.

A produtividade média experimental estimada para um stand de 84.602,37 plantas foi de 5,82 t ha⁻¹ e de 8,86 t ha⁻¹ para o 1º e 2º ciclos, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Maryland: AOAC, 1997.
- ALASALVAR, C.; GRIGOR, J. M.; ZHANG, D.; QUANTICK, P. C.; SHAHIDI, F. Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins and sensory quality of different colored carrot varieties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, [S. l.], n. 49, p. 1410-1416, 2001.
- ALENCAR, G. V. de.; MENDONÇA, E. de S.; OLIVEIRA, T. S. de.; JUCKSCH, I.; CECON, P. R. Percepção Ambiental e Uso do Solo por Agricultores de Sistemas Orgânicos e Convencionais na Chapada da Ibiapaba, Ceará. **RESR**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p.217-236, 2013.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, F. M.; GONÇALVES, M. F.; NICK, C. **A cultura**. In: Carlos Nick, Aluizio Borém. (Org.). Cenoura do plantio à colheita. 1ªed. Viçosa, MG: EDITORA UFV, 2016, v., p. 1-17.
- ALVES, S. S. V.; NEGREIROS, M. Z.; AROUCHA, E. M. M.; LOPES, W. A. R.; TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S. Qualidade de cenoura em diferentes densidades populacionais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 218-223, 2010.
- ALVES, S.B.; MEDEIROS, M.B.; TAMAI, M.A.; LOPES, R.B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 21, p. 16- 21, 2001.
- AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; RESENDE, G. M.; TRINDADE, D. C. G.; RIBEIRO, T. P.; PASSOS, M. C. L. M. S.; 2008. Influência de espaçamentos na qualidade de cenoura cvs Brasília e Alvorada. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 48. **Resumos...**Maringá: ABH. p. S3447-S3452 (CD –ROM).
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta. 90p, 2017.
- AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. 1.ed. Fortaleza: UFC, 1993. 247p.
- AQUINO L.A; PUIATTI M; PEREIRA PRG; PEREIRA FHF; CASTRO MRS; LADEIRA IR. Características produtivas do repolho em função de espaçamento e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23. p. 266-270, 2005.
- AQUINO, R. F. B. A.; ASSUNÇÃO, N. S.; AQUINO, L. A.; AQUINO, P. M.; OLIVEIRA, G. A.; CARVALHO, A. M. X. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 541-552, 2015.

ARAÚJO, C.; ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C. Produção e perda de massa pós-colheita de cenoura “Brasília”, considerando doses de fósforo e de cama de frango semidecomposta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.131-138, 2004.

ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A de.; CASTRO, E. M de. Crescimento, teor de cloroflas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.25, n.4, p.853-862, 2001.

BALBINO, J. M.; ANGELETTI, M. P.; PREZOTTI, L. C.; CASTRO, L. L. F.; PEREIRA, J. O.; SILVA, A. A. **Cultura da cenoura**. Vitoria: EMCAPA, 1990. 44 p.

BARROS JÚNIOR, A.P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L.M.; LINHARES, P.C.F.; MOREIRA, J.N.; SILVA, E.O. Qualidade de coentro em função do uso de espécies espontâneas como adubos verdes em diferentes quantidades. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.1358-1362, 2010.

BARROS, L.E.O.; LIBERALINO FILHO, J. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiatal*, wilkzeck). **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.1, p.114-122, 2008.

BARROS, P.N.; SANTOS JÚNIOR, G.P. dos; NASCIMENTO, R. de O.; ARAÚJO, W.B.C.; ARAÚJO, C.A.S.; GAMA, J.B. da; GOMES, E.C. de S. Aspectos de qualidade de cenouras ‘Brasília’ cultivadas em sistema agroecológico, Maceió, Alagoas, 2010. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5., 2010, Maceió, Alagoas. **Anais...** Maceió: IFAL, 2010. CD-ROM.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 265p.

BEZERRA, F.C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22p Documentos, 72. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/publica/pub/SerDoc/doc_72.pdf>. Acesso em: 04/12/2018.

BEZERRA, P.S.G.; GRANGEIRO, L.G.; NEGREIROS, M.Z DE.; MEDEIROS, J.F de. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, Jaboticabal, n° 35, p.46-50, 2007.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vazio**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p

BRUNO, R. L. A.; VIANA, J. S.; SILVA, V. F.; BRUNO, G. B.; MOURA, M. F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 170-174, 2007.

CARVALHO, A. D. F, VIEIRA, J. V. Cultivares de cenoura com características de qualidade para a produção de Baby Carrots. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p. 8395-8404, 2012.

CASTELLANOS, S. D.; RINCÓN, M. J.; ARGUELLO, A. H. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. **Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas**, Tunja-Boyacá, v.9, n.1, p. 72-85, 2015.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit as function of biofertilizers bovine. **Fruits**, Paris, v.63, n.1, p.1-10, 2008.

CAVATTE, P.C.; ZONTA, J.B.; LOPES, J.C.; SOUZA, L.T. de; ZONTA, J.H. CAVATTE, R.P.Q. Germinação e vigor de sementes de cenoura em solo de mineração de calcário sob diferentes intensidades luminosas e adubações. **IDESIA**, Tarapacá, v.27, n.2, p.25-32, 2009.

CECÍLIO FILHO, B.; PEIXOTO, F. de C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'forto'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013.

CHAGAS, J.H.; RIBEIRO, A.S.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SANTOS, F.M.; BOTREL, P.P. Acúmulo de biomassa seca em plantas de *Mentha arvensis* cultivada sob diferentes malhas e níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p. 3457-3463, 2010.

CHICONATO, D. A *et al.* Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p.392-399, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/FJbJ4T>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. Cenoura: qualidade e industrialização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 120, 1984.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita e frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. UFLA: ESAL/FAEPE, 2005. 785p.

CLEMENTE, F. M. V. T.; MARINHO, A. G.; HABER, L. L.; CARVALHO, P. G. B de. **Horta em pequenos espaços**. Brasília: Embrapa, 2012. 56 p.

CORRÊA, V.; CARDOSO, A.I. I. Extração de macronutrientes em cenoura em função das doses de potássio em cobertura. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 10, n° 3, p. 278-285, 2017.

COSTA, A.G.; CHAGAS, J.H.; BERTOLUCCI, S.K.V.; PINTO, J.E.B.P. Níveis de sombreamento e tipos de malha no crescimento e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p.194-199, 2014.

DIAS, C. N. **Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e doses de biofertilizante na região do maciço de Baturité, Ceará**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J.H. M. (Org.). **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p. 2011.

DOSSA, D.; FUCHS, F. CENOURA: Produção, mercado e preços na CEASA-PR. **Boletim Técnico Ceasa, Paraná**, n. 4, p.1-8, set. 2017. Disponível em:<http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Cenoura.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 01 nov 2018.

FENEMA, Q.R. Food chemistry. New York, Marcel Dekker. 1985. 991p

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

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24: 141-145, nº 2, 2006

FERREIRA, R.M.A.; AROUCHA, E.M.M.; MESQUITA, H.C.; FREITAS, F.C.L.; NUNES G.H.S.; SOUSA, C.M.G.; AMARIZ, A.; GRANJEIRO, L.C. Avaliação da qualidade pós-colheita de cenoura em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n.2, p. 4045-4048, 2010.

FERREIRA, R.M.A.; AROUCHA, E.M.M.; MESQUITA, H.C.; FREITAS, F.C.L.; NUNES G.H.S.; SOUSA, C.M.G.; AMARIZ, A.; GRANJEIRO, L.C. Qualidade pós-colheita de cenoura durante o desenvolvimento em monocultivo e consorciada com rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 423-428, 2011.

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVEIRA, S.B.de; LIMA, M. do S.; AMORIM, M. da R.; FIGUEIREDO, R.M.C. Efeito do composto orgânico nas características físico-químicas de cenoura “Brasília”. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.61-66, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa-MG: UFV, 2012. 421p.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2. ed. Porto Alegre-RS, 2009. 979p.

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande – PB, v. 14, n. 1, p. 3 – 10, 2010.

HORA, R. C. **Aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas e diferentes sistemas de condução do tomateiro cultivado em ambiente protegido**. 2003. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

ILIĆ, Z. S. *et al.* Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.139, p. 90-95, 2012.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físicos químicos para análise de alimentos**. 4 ed. Versão digital. São Paulo: Secretaria do Estado de Saúde, 2008. 1018p

KADER, A. A. Flavor quality of fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 88, n. 11, p. 1863–1868, 2008.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, [S. l.], v.17, p.678-684, 1974.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

KRÄHMER, A.; BÖTTCHER, C.; RODE, A.; NOTHNAGEL, T.; SCHULZ, H. Quantifying biochemical quality parameters in carrots (*Daucus carota* L.) – FT-Raman spectroscopy as efficient tool for rapid metabolite profiling. **Food Chemistry**, v. 212, n. 1, pp. 495–502, 2016.

LACERDA, Y. E. R. **Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. 2000. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 16 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 532p.

LIMA JÚNIOR, F. de A.; GUERRA, H. O. C.; METRI, J. E. da C. Níveis de irrigação na germinação das sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p.475-479, 2000.

LIMA JÚNIOR, J. A. da.; SOUZA, R. O. R. M. **Manejo da Irrigação**. In: Carlos Nick, Aluizio Borém. (Org.). *Cenoura do plantio à colheita*. 1ªed. Viçosa, MG: EDITORA UFV, 2016, v., p. 124-141.

LIMA, K. S. C.; LIMA, A. L. S.; FREITAS, L. C.; DELLAMODESTA, R. C.; GODOY, R. L. O efeito de baixa doses de irradiação nos carotenoides majoritários em cenouras prontas para consumo. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 183-193, 2004.

LOGANATHAN, P.; FERNANDO, W. T. Phosphorus sorption by some coconut growing acid soils of Sri Lanka and its relationship to selected soil properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 31, n. 7, p. 709-717, 1980.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fósforo. 2 ed. Piracicaba, 1998, 177p.

MACHADO, C. M. M.; CARVALHO, P. G. B.; VIEIRA, J.V.; SILVA, J. B. C. **Influência do espaçamento na quantidade de açúcares e sólidos solúveis totais em cenoura**. In: 43o Congresso Brasileiro de Olericultura, Recife. Resumos, CD-Rom. 2003.

MACHADO, E.C., SCHMIDT, P.T., MEDINA, C.L., RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p.1161-1170, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2012) **Instrução Normativa MAPA nº 46 de 06/10/2011** – Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <<https://bit.ly/2RsmZY8>>. Acesso em: 01 de dez de 2018.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG. 451p. 2005.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C. e; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 72 p.

MARQUELLI, W.A.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, W.L.C. 2007. Irrigação da cultura da cenoura. Brasília: Embrapa Hortaliças, Brasília. 14 p. (**Circular Técnica, 48**). Disponível em: <<https://goo.gl/knTg8M>>. Acesso em: 05 out 2018.

MARSARO, R.; MELO, K. D. A. de.; SEABRA JUNIOR, S.; BORGES, L. da. S. Produção de cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto. **Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 7, n. 4, p.362-373, 2014.

MARTINS, G. **Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura**. In: Filgueira, F. A. R. Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007, 293p

MATTEDI, A. P.; LAURINDO, B. S.; SILVA, D. J. H. E. **Exigência climática e ecofisiologia**. In: Carlos Nick, Aluizio Borém. (Org.). Cenoura do plantio à colheita. 1ªed.Viçosa, MG: EDITORA UFV, 2016, v., p. 18-32.

MAYER, F. A. **Produção e qualidade biológica e química de diferentes vermicompostos para a produção de cenouras rumo à sustentabilidade dos agroecossistemas**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 64 f. 2009.

MEDEIROS, D. C. *et al.* Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 433-436, 2007.

MEIRELLES, L. BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A. L. **Biofertilizantes enriquecidos**: Caminho sadio da nutrição e proteção das plantas. Ipê: CAE. Agricultura ecológica. 24 p. 1997.

MEURER, E. J. **Nutrição Mineral das Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.p. 281-298.

MONTEIRO, C. S., BALBI, M. E., MIGUEL, O. G., PENTEADO, P. D. S., HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, v. 19, n.1, p. 25-31, 2008.

MOURA, M. V. T.; MARQUES JÚNIOR, S.; BOTREL, T. A.; FRIZONE, J. A. Estimativa do consumo de água na cultura da cenoura (*Daucus carota*, L.) cv. Brasília para a região de Piracicaba, através do método do balanço hídrico. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 51, p. 284-291, 1994.

MULLER, J.J.V. **Aspectos do armazenamento de cenouras (Daucus carota L.)**. In: Muller, J.J.V.; CASALI, V.W.D. Seminários de Olericultura. Viçosa – MG: Imprensa Universitária, v.5, p.01-25, 1982.

NEGRINI, A.C.A., MELO, P.C.T. Efeito de diferentes compostos e dosagens na produção de cenoura (*Daucus carota* L.) em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v.2, n1., p. 1036-1039, fev.2007.

NINA, T.; LERDAU, M. The evolution of function in plant secondary metabolites. **International Journal of Plant Sciences**, [S. l.], v.164, n. S3, p.93-102, 2003.

OLIVEIRA, M. I. V de.; PEREIRA, E. M.; PORTO, R. M.; LEITE, D. D de. F.; FIDELIS, V. R de .L.; MAGALHAES, W. B. Avaliação da qualidade pós-colheita de hortaliças tipo fruto, comercializadas em feira livre no município de Solânea-PB, Brejo Paraibano. **Agrotec**, Porto, v. 37, n. 1, p.13-18, 2016.

PAIVA, J. R. G; SILVA, M. F. D; FERREIRA, L. L; ANDRADE, R; PORTO, V. C. N. 14568- Aspectos qualitativos e quantitativos da cenoura utilizando biofertilizante foliar e fontes de matéria orgânica no solo. **Cadernos de Agroecologia**, Recife, v. 8, n. 2, nov 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná-Departamento de Fiscalização. **Coletânea da Legislação de Fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes**. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997. 124 p.

PASCHOALINO, J.E.Hortaliças acidificadas em conserva: riscos e cuidados. **Informativo Fruthotec**, Campinas, v.3. p. 1-7, 1997.

PAULUS, D.; MOURA, C. A.; SANTIN, A.; DALHEM, A. R.; NAVA, G. A.; RAMOS, C. E P. Produção e aceitabilidade de cenoura sob cultivo orgânico no inverno e no verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, 2012.

PENTEADO, S. R. **Introdução a Agricultura Orgânica**: Normas e Técnicas de Cultivo. Campinas – São Paulo. Editora Grafimagem, 2004. 113 p

PIAMONTE, P. R. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*Daucus carota* L.) sob adubação mineral, orgânica e biodinâmica.** 1996. Dissertação (mestrado em Agronomia / Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

PINHEIRO, R. V. R. et al. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 31, n. 177, p. 360-387, 1984.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. “**MB-4**”: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Fundação JUNQUIRA CANDIRU MIBASA. 1996. 273p.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. **Malhas termorefletos aluminizadas.** Disponível em: <http://www.polysack.com/index.php?page_id=744> Acesso em: 05 de dez de 2018.

POSSAS, J.M.C., CORREA, M.M., MOURA, G.B.A., LOPES, P.M.O., CALDAS, A.M., FONTES JÚNIOR, R.V.P. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-manso no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 993-998, 2012.

PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; PUGA, A. P. Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cv. BRSMG 68 (Vencedora) cultivada em solução nutritiva. **Revista Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 114- 119, 2010.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**, Campinas: Instituto Agrônômico, p. 285, 2001.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** 2. ed. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**, 6^a. ed. Coord. Trad. J.E.Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 876 p. 2001.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta, atmosfera: conceitos, processos, aplicações.** 1 ed. Piracicaba, São Paulo: ESALQ, 2004. 478 p.

REICHEERT, L. J.; CASALINHO, H. D. Produção de hortaliças em cultivo protegido com uso de técnicas de base ecológica viabilizando pequena propriedade familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v. 4, n. 2, p. 4236-4239, 2009.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenouras em sistema orgânico de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 102-106, 2014.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Desempenho de cultivares de cenoura em sistema orgânico de cultivo em condições de temperaturas elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 121-125, 2016.

RODRIGUES, A.C.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, A.P. de; SOUSA, J.T. de; MESQUITA, F.O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com

biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p.117–124, 2009.

ROSOLOM, C. A.; BESSA, A. M.; PEREIRA, H. F. M. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 1045-1054, 1993.

RUAN, J.; WU, X.; HARDTER, R. Effects of potassium and magnesium nutrition on the quality components of diffents types of tea. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 79, p. 47-52, 1999.

RUBATZKY, V. E.; YAMAGCHI, M. World Vegetables: principles, production and nutritive values. In: RUBATZKY, V. E.; YAMAGCHI, M. **Carrot, celery, and other vegetable umbels**, [S. l.], p. 420-424, 1999.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER – Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense, 8).

SANTOS, F. X.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R.; SOUZA, E. R. Determinação do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetro de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 3, p. 304-310, 2009.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências AgroAmbientais**, Alta Floresta, v. 8, n.1, p. 83- 93, 2010. Disponível em: < <https://goo.gl/Qx8YU4> >. Acesso em: 20 ago 2018.

SEABRA JÚNIOR, S.; SOUZA, S.B.S.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; AMORIN, R.C.; SANTOS, CL; NEVES, L.G. Desempenho de cultivares de alface tipo cressa sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n. 2; p.3171-3176, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; GARCIA, N. C. P.; DELIMA, P. C. Produção e composição mineral de cenoura adubada com resíduos orgânicos. **Bragantia**, Campinas, v.57, p. 379-386, 1998.

SILVA, A.F., PINTO, J.M., FRANÇA, C.R.R.S., FERNANDES, S.C., GOMES, T.C DE A., SILVA, M.S.L. DA E MATOS, A.N.B. Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos. **Comunicado Técnico da Embrapa Semiárido**, 130. 2007.

SIQUEIRA, R.G.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; MEDEIROS, E.A.A.; SIMÕES, A.N.; MOREIRA, S.I.; PUSCHMANN, R.; MAPELI, N.C. Avaliação de cultivares de cenoura em sistema de produção orgânica. **Horticultura brasileira**, Brasília, vol. 23. Suplemento. CD-ROM. Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.

SOARES, I.A. A.; FREITAS, F.C.L.; NEGREIROS, M.Z.; FREIRE, G.M.; AROUCHA, E.M.M.; GRANGEIRO, L.C.; LOPES, W.A.R.; DOMBROSKI, J.L.D. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade de cenoura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 247-254, 2010.

SOUSA, J. R. M. de; OLIVEIRA, E. S. de.; WANDERLEY, J. A. C.; ALVINO, F. C. G.; BRITO, M. E. B. Efeito do estresse hídrico sobre características de pós-colheita da melancia. **ACSA**, Patos, v. 8, n. 2, p.46-53, 2012.

SOUZA, C.O.; MENEZES, J.D.S.; RAMOS NETO, D. C.; ASSIS, J. G. A.; SILVA, S. R.; DRUZIAN, J. I. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 926-933, 2012.

SOUZA, F. B. C.; MENGARDA, L. H. G.; LOPES, J. C. Efeito da luminosidade na germinação e vigor de sementes de *Schinus terebentifolius raad*. in: Encontros latino-americanos de iniciação científica de graduação, pós-graduação e júnior. N° 15, 2011, São José dos Campos. **Anais...**São José dos Campos: UNIVAP, 2011. p. 1-4.

STOLARCZYK, J.; JANICK, J. Carrot: History and iconography. **Chronica Horticulturae**, [S. l.], v. 51, p. 13-18, 2011.

STUMBO, C.R. (1965). **Thermobacteriology in food processing**. New York, Academic Press. 329p

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p. il.color

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes**: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/5vNbk4>>. Acesso em: 01 nov. 2018

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, [S. l.], v. 255, p. 571-583, 2003.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica I – ensaio de campo (a). **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S V. **Cultivares e clima. In: Cenoura. Sistemas de produção**, 5. Embrapa Hortaliças. 2008. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>> Acesso em 08 de nov. de 2018.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V.; MAKISHIMA, N. **A cultura da cenoura**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1999. 77 p. (Coleção Plantar: 43). Disponível em:<<https://goo.gl/bPP9yJ>>. Acesso em: 20 out 2017.

VILELA, N. J.; BORGES, I. O. **Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil**. Brasília: EMBRAPA- Hortaliças, 10 p. 2008.

WESTERVELD, S.M.; MCKEOWN A.W.; SCOTTDUPREE, C. D. Assessment of chlorophyll and meters as field tissue nitrogen test for cabbage, onions and carrots. **HortTechnology** v.14, 179-188, 2004.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. Temas de Biologia v. 30. São Paulo, EDUSP. 1982, 101 p.

XU, G.; WOLF, S.; KAFKAFI, U. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 4, p. 719-734, 2002.