



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

JACQUELINNE ALVES DE MEDEIROS ARAÚJO COSTA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CENOURA E MICROBIOTA DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A SOLARIZAÇÃO**

MOSSORÓ, RN

2019

JACQUELINNE ALVES DE MEDEIROS ARAÚJO COSTA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CENOURA E MICROBIOTA DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A SOLARIZAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientadora: Jailma Suerda Silva de Lima,
Profa. Dra.

Co-orientadora: Márcia Michelle de Queiroz
Ambrósio, Profa. Dra.

MOSSORÓ, RN

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

C837p Costa, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo .
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CENOURA E
MICROBIOTA DO SOLO SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A
SOLARIZAÇÃO / Jacqueline Alves de Medeiros
Araújo Costa. - 2019.
108 f. : il.

Orientadora: Jailma Suerda Silva de Lima.
Coorientadora: Márcia Michelle de Queiroz
Ambrósio.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2019.

1. *Daucus carota*. 2. Adubação orgânica. 3. Épocas
de cultivo. 4. Microrganismos do solo. I. Lima,
Jailma Suerda Silva de , orient. II. Ambrósio,
Márcia Michelle de Queiroz , co-orient. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JACQUELINNE ALVES DE MEDEIROS ARAÚJO COSTA

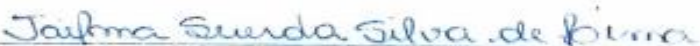
**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CENOURA E MICROBIOTA DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A SOLARIZAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia

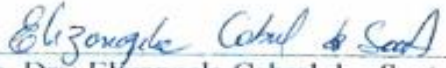
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais


Defendida em: 26 / 04 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Orientadora: Profa. Dra. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)
Presidente


Profa. Dra. Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)
Membro Examinador


Profa. Dra. Elizangela Cabral dos Santos (UFERSA)
Membro Examinador


Profa. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo (UFEG)
Membro Examinador


Dra. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (UFERSA)
Membro Examinador

Ao meu avô materno Saturnino Alves Nogueira (*In Memoriam*) e à minha avó paterna Maria de Lourdes Araújo (*In Memoriam*),

DEDICO

À minha família, em especial aos meus pais Jorge Araújo e Silvânia Alves de Medeiros Araújo, às minhas irmãs Karla Janayne Alves de Medeiros Araújo e Jéssica Alves de Medeiros Araújo, e ao meu esposo, Ewerton Marinho da Costa,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o dom da vida, por ter me guiado nos caminhos corretos, por todas as bênçãos alcançadas, me dando conforto e paz nas horas difíceis, me ajudando a vencer todas as barreiras que encontrei e por me dar a certeza de que vencerei as que por ventura ainda venha a encontrar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de doutorado, possibilitando o desenvolvimento dessa pesquisa.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia dessa Instituição, pela oportunidade de acesso ao ensino superior público de qualidade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, pelos ensinamentos repassados.

A minha orientadora, professora D. Sc. Jailma Suerda Silva de Lima, pelo apoio, incentivo, por sempre estar disponível a me ajudar, colaborando de forma significativa na minha formação.

A minha co-orientadora, professora D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pelo apoio, ajuda e incentivo, colaborando de forma significativa na elaboração desse trabalho.

Ao pessoal da equipe “Ciência em Ação” pela colaboração inestimável para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFERSA pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Pós-colheita da UFERSA, em especial a professora D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos e ao discente Alexandre pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Aos técnicos de laboratório da UFERSA, em especial a Louise, Cristiane, Juliana e Naama pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

COSTA, Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo. **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CENOURA E MICROBIOTA DO SOLO SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A SOLARIZAÇÃO**, 2019. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

A associação da adubação verde com a solarização do solo além de melhorar as características agronômicas de plantas cultivadas, especialmente quando incorporada ao solo espécies espontâneas como jitrana e flor-de-seda, permite o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente, principalmente quando se utiliza brássicas como adubo verde, pois em sua decomposição estas liberam voláteis ricos em enxofre e compostos ricos em nitrogênio que reduzem o potencial inóculo de várias doenças causadas por patógenos do solo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de materiais vegetais (jitrana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) associada à solarização do solo na produção e qualidade pós-colheita da cenoura, bem como nas comunidades microbianas do solo. O trabalho foi conduzido em duas épocas (primeira - junho a outubro de 2017; segunda - setembro de 2017 a janeiro de 2018) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Lagoinha, Mossoró-RN, utilizando-se a cultivar de cenoura Brasília. Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de plantas, número de haste por planta, massa seca da parte aérea e de raízes, produtividade comercial e total da cenoura e a produtividade classificada de raízes (longas, médias, curtas e refugo). Além disso, foram realizadas as seguintes análises pós-colheita: firmeza; brix; vitamina C; pH; AT e betacaroteno. Amostras de solo foram coletadas antes e trinta dias após a incorporação dos materiais vegetais para posterior realização da análise microbiológica do solo. Além disso, foi avaliada a incidência de meloidoginose. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR, e os resultados comparados pelo teste Tukey a 5%. Foi realizada também a análise conjunta dos dados obtidos das duas épocas de avaliação. Quanto ao efeito da incorporação dos materiais vegetais, observou-se na primeira época, que a jitrana promoveu maiores produtividades comercial ($32,85 \text{ t ha}^{-1}$) e total de raízes ($33,30 \text{ t ha}^{-1}$) e menores teores de sólidos solúveis (8,85 %) e acidez titulável (2,33 mEq/100g). Em relação ao efeito da adubação sobre a comunidade microbiana do solo, verificou-se na primeira época a mamona foi o material vegetal que proporcionou maiores quantidades de fungos e bactérias

esporulantes, respectivamente $3,47 \times 10^3$ e $5,11 \times 10^5$. Verificou-se ainda aumento de fungos totais e bactérias totais, trinta dias após a incorporação dos materiais vegetais, nas duas épocas avaliadas. Observou-se efeito significativo da solarização apenas para teor de betacaroteno nas duas épocas de realização dos experimentos. Quanto as épocas de realização dos experimentos, a primeira época foi responsável pelas maiores produções de raízes de cenoura, tanto comercial ($29,15 \text{ t ha}^{-1}$) quanto total ($29,70 \text{ t ha}^{-1}$), maiores valores de firmeza, pH e vitamina C, respectivamente 140,18 N, 6,06 e 3,52 mg/100g, além de maiores quantidades de fungos totais e bactérias totais.

Palavras-chave: *Daucus carota*; Adubação orgânica; Épocas de cultivo; Microrganismos do solo.

ABSTRACT

COSTA, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo. **PRODUCTIVE AND QUALITY OF THE CARROT AND SOIL MICROBIOTE UNDER GREEN FERTILIZER ASSOCIATED WITH THE SOLARIZATION**, 2019. 108 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

The association of green manure with soil solarization, besides improving the agronomic characteristics of cultivated plants, especially when spontaneous species such as jitirana and silk flower are incorporated into the soil, allows the control of several pathogens which are not inactivated by solarization when used in isolation, especially when brassicas are used as green manure, as their decomposition release sulfur-rich volatiles and nitrogen-rich compounds, which reduce the potential inoculum of various diseases caused by soil pathogens. Therefore, this work aimed to evaluate the effect of incorporation of plant materials (jitirana, silkworm, castor, cabbage and soil without plant material) associated with soil solarization on carrot production and postharvest quality, as well as as in soil microbial communities. The work was conducted in two seasons (first - June to October 2017; second - September 2017 to January 2018) at Rafael Fernandes Experimental Farm, located in Lagoinha district, Mossoró-RN, using carrot cultivar Brasília. The following agronomic characteristics were assessed: plant height, stem number per plant, aerial parts and roots' dry mass, commercial and total carrot yield and classified root yield (long, medium, short and scrap). In addition, the following post-harvest analyzes were performed: firmness; brix; Vitamin C; pH; TA and beta-carotene. Soil samples were collected before and 30 days after incorporation of plant materials for subsequent microbiological analysis of the soil. In addition, the incidence of myeloid geninosis was evaluated. The data obtained were subjected to analysis of variance using the statistical software SISVAR, and the results were compared by the Tukey test at 5%. The joint analysis of the data obtained from the two evaluation periods was also performed. Regarding the effect of incorporation of plant materials, it was observed in the first season that jitirana promoted higher commercial yields (32.85 t ha⁻¹) and total roots (33.30 t ha⁻¹) and lower soluble solids contents (8.85%) and titratable acidity (2.33 mEq/100g). Regarding the effect of fertilization on the soil microbial community, it was found in the first season the castor bean was the plant material that provided the largest amounts of fungi and sporulant bacteria, respectively 3.47x10³ and 5.11x10⁵. There was also

an increase in total fungi and total bacteria, thirty days after incorporation of plant materials, in both seasons. Significant solarization effect was observed only for beta-carotene content in the two seasons of the experiments. Regarding the time of the experiments, the first season was responsible for the highest yield of carrot roots, both commercial (29.15 t ha⁻¹) and total (29.70 t ha⁻¹), higher firmness, pH and vitamin C, respectively 140.18 N, 6.06 and 3.52 mg/100g, as well as higher amounts of total fungi and total bacteria.

Keywords: *Daucus carota*; Organic fertilization; Growing seasons; Soil microorganisms.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

- Figura 1:** Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019..... 42
- Figura 2:** Instalação do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no distrito de Lagoinha. Mossoró, RN, 2018..... 43

Capítulo III

- Figura 1:** Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019..... 64
- Figura 2:** Instalação do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no distrito de Lagoinha. Mossoró, RN, 2018..... 65

Capítulo IV

- Figura 1:** Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019..... 85
- Figura 2:** Sintomas de meloidoginose (deformações e bifurcações) observados em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018..... 90
- Figura 3:** Sintomas de meloidoginose (deformações e bifurcações) observados em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018..... 93

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1 -	Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.....	43
Tabela 2 -	Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo. Mossoró-RN, 2019.....	44
Tabela 3 -	Valores médios de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	46
Tabela 4 -	Valores médios de produção classificada de raízes como longas em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	47
Tabela 5 -	Valores médios de produção classificada de raízes (médias; curtas e refugo); produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	48
Tabela 6 -	Valores médios de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	49
Tabela 7 -	Valores médios de produção classificada de raízes (longas; médias; curtas; refugo); produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	50
Tabela 8 -	Valores médios da análise conjunta de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	51
Tabela 9 -	Valores médios da análise conjunta da produção total (PTR), produção comercial (PCR) e produção classificada de raízes em longas e médias de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	52
Tabela 10 -	Valores médios da análise conjunta de produção classificada de raízes (longas, curtas e refugo), produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	53

LISTA DE TABELAS

Capítulo III

Tabela 1 -	Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.....	64
Tabela 2 -	Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo. Mossoró-RN, 2019.....	66
Tabela 3 -	Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e vitamina C (Vit C) em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	68
Tabela 4 -	Valores médios de firmeza e betacaroteno (Beta) em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	69
Tabela 5 -	Valores médios de acidez titulável (AT) da cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	70
Tabela 6 -	Valores médios de firmeza, sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	71
Tabela 7 -	Valores médios da análise conjunta de potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e vitamina C (Vit C) de raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	72
Tabela 8 -	Valores médios da análise conjunta de firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) de raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	73

LISTA DE TABELAS

Capítulo IV

Tabela 1 -	Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.....	85
Tabela 2 -	Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo. Mossoró-RN, 2019.....	86
Tabela 3 -	Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de bactérias totais, 30 dias após incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	88
Tabela 4 -	Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais e bactérias esporulantes, 30 dias após incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	89
Tabela 5 -	Valores médios da incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados e a solarização do solo. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.....	91
Tabela 6 -	Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	92
Tabela 7 -	Valores médios da Incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.....	93
Tabela 8 -	Valores médios da análise conjunta das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais e bactérias totais, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2018.....	94
Tabela 9 -	Valores médios da análise conjunta das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de bactérias totais e bactérias esporulantes, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	95
Tabela 10 -	Valores médios da análise conjunta da Incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.....	96

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO	16
1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CULTURA DA CENOURA (<i>Daucus carota</i> L.): CARACTERÍSTICAS GERAIS	18
2.2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA	19
2.3 ADUBAÇÃO VERDE.....	20
2.3.1 Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.)	21
2.3.2 Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i> Aiton W.T.)	21
2.3.3 Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	23
2.3.4 Repolho (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.)	23
2.4 SOLARIZAÇÃO DO SOLO.....	24
2.5 SOLARIZAÇÃO DO SOLO ASSOCIADA À ADUBAÇÃO VERDE	25
2.5.1 Nematóides (<i>Meloidogyne</i> spp.)	26
2.5.2 Microbiota do solo.....	26
REFERÊNCIAS	28
CAPÍTULO II – DESEMPENHO PRODUTIVO DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO.....	37
RESUMO	37
ABSTRACT	39
1 INTRODUÇÃO	40
2 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1 PRIMEIRA ÉPOCA.....	45
3.2 SEGUNDA ÉPOCA.....	48
3.3 ANÁLISE CONJUNTA.....	50
4 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55
CAPÍTULO III – QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO.....	58
RESUMO	58
ABSTRACT	60
1 INTRODUÇÃO	62
2 MATERIAIS E MÉTODOS	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.1 PRIMEIRA ÉPOCA.....	68
3.2 SEGUNDA ÉPOCA.....	70
3.3 ANÁLISE CONJUNTA.....	71
4 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	75

SUMÁRIO

CAPÍTULO IV - MICROBIOTA DO SOLO E INCIDÊNCIA DE MELOIDOGINOSE EM CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO.....	79
RESUMO	79
ABSTRACT	81
1 INTRODUÇÃO	83
2 MATERIAIS E MÉTODOS	84
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
3.1 PRIMEIRA ÉPOCA.....	88
3.2 SEGUNDA ÉPOCA.....	91
3.3 ANÁLISE CONJUNTA.....	94
4 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	98

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cenoura (*Daucus carota* L.), é uma importante apiácea cultivada mundialmente e, no Brasil, está entre as cinco hortaliças mais cultivada, juntamente com alface, batata, cebola e tomate (CONAB, 2018). É considerada importante fonte de nutrientes por apresentar elevados teores de vitamina A (12.000,00 UI 100 g⁻¹), ser fonte de cálcio (27,00 mg 100 g⁻¹), sódio (35,00 mg 100 g⁻¹), ferro (0,50 mg 100 g⁻¹) e potássio (323,00 mg 100 g⁻¹), bem como de carotenoides (6,00 a 12,00 mg 100 g⁻¹) e vitamina C (9,00 mg 100 g⁻¹) (LUENGO et al., 2011; BEZERRA NETO et al., 2014; RESENDE et al., 2014).

A busca crescente por uma produção sustentável que visa minimizar os danos ao meio ambiente além da obtenção de produtos livres de contaminantes pelo uso desordenado de agrotóxicos, faz com que a adubação verde, através da incorporação de material vegetal não decomposto aos solo, ganhe destaque na produção de hortaliças (CALEGARI et al., 1993; NASCIMENTO; MATTOS, 2007; OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013; SILVA et al., 2013; BEZERRA NETO et al., 2014). Estudos realizados no Rio Grande do Norte mostram que o emprego da adubação verde através da incorporação ao solo de espécies espontâneas do bioma Caatinga, especialmente a jitirana (*Merremia aegyptia* L.) e a flor-de-seda (*Calotropis procera* Aiton WT), é uma estratégia que vem sendo utilizada para suprir a demanda nutricional em diversas olerícolas como alface (BEZERRA NETO et al., 2011), cenoura (OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; BEZERRA NETO et al., 2014), beterraba (SILVA et al., 2011) e rabanete (BATISTA et al., 2013).

O emprego desse tipo de prática assume papel importante para o desenvolvimento da produção hortícola, uma vez que irá garantir um equilíbrio entre o aumento da produtividade das culturas e a exploração do meio ambiente, aumentando, assim a disponibilidade de nutrientes para as culturas, proteção do solo contra erosão e favorecimento de organismos benéficos para a agricultura, já que esses materiais vegetais permitem a ciclagem de nutrientes necessárias aos desenvolvimento de hortaliças, apresentam estreita relação C/N, rápido crescimento e alta produção de

fitomassa (OLIVEIRA et al., 2011; LINHARES et al., 2012; BEZERRA NETO et al., 2014).

A cultura da cenoura é suscetível às doenças causadas por patógenos habitantes do solo, principalmente o tombamento de plântulas ocasionadas por fungos (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani* Kühn) e bactérias (*Xanthomonas compestris* pv. *Carotae* (Kendrick) Dye), podridão de raízes (*Sclerotium rolfsii* Sacc.), além da ocorrência de nematoides (*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid E White) Chitwood (MATOS et al., 2011). Assim, a solarização é um método de desinfestação do solo que permite inativar os microrganismos que causam doenças em plantas através da elevação da temperatura do solo após a cobertura deste com um filme de plástico transparente, permitindo ainda que outros microrganismos que também habitam o solo se multipliquem e ajudem no controle, já que a temperatura atingida no solo com essa técnica garante a sobrevivência de microrganismos saprófitas, havendo, assim, um controle biológico das doenças devido à modificação nas comunidades microbianas do solo (GHINI, 2001).

A incorporação de material vegetal, principalmente o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), associado à solarização do solo tem se mostrado promissora no controle de patógenos habitantes do solo, pois, além de permitir o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente, tem reduzido drasticamente o tempo necessário para esse controle, pois as brássicas, de forma geral, liberam em sua decomposição voláteis ricos em enxofre e compostos ricos em nitrogênio, reduzindo o potencial inóculo de várias doenças causadas por patógenos do solo (GHINI, 2001; BUENO et al., 2004; AMBRÓSIO et al., 2008).

Entretanto, estudos que relatam o efeito da associação da adubação verde com a solarização do solo sob o controle de patógenos habitantes do solo, aumento da comunidade e diversidade de microrganismos no solo e, conseqüentemente aumento na produtividade de cenoura ainda são bastantes escassos. Diante disso, será que a incorporação de espécies espontâneas além permitir a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento de hortaliças, permite ainda o controle de patógenos habitantes do solo? Além disso, o uso do repolho e da mamona (*Ricinus communis* L.), além de permitirem a inativação de inóculo de vários patógenos, através da liberação de compostos tóxicos por meio da sua decomposição, permite ainda quando usado como adubo verde, a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas?

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de materiais vegetais (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal)

associada à solarização na produção e qualidade pós-colheita da cenoura, bem como nas comunidades microbiológicas do solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DA CENOURA (*Daucus carota* L.): CARACTERÍSTICAS GERAIS

A cenoura (*D. carota*), pertencente à família Apiaceae, é originária da região do Afeganistão (FILGUEIRA, 2008). É uma planta herbácea, com caule pouco perceptível situado no ponto de inserção das folhas, as quais são constituídas por folíolos recortados, além de apresentar flores esbranquiçadas reunidas em umbelas compostas e frutos secos – diaquênios (FILGUEIRA, 2008; SANTOS, 2010). É rica em β -caroteno, um precursor da vitamina A, além de ser fonte de vitaminas do complexo B, que ajudam a regular o sistema nervoso, vitamina C, e ainda nutrientes como cálcio, sódio, ferro e potássio (ARAÚJO, 2010; BEZERRA NETO et al., 2014; RESENDE et al., 2014).

Os primeiros cultivos de cenoura no Brasil ocorreram no Rio Grande do Sul no século XIX, pelos jesuítas espanhóis (SOUSA, 2008). Em relação aos aspectos de produção, a cenoura é considerada a hortaliça de raiz tuberosa comestível de maior valor econômico no Brasil, sendo cultivada em todo território nacional, cuja área destinada ao cultivo dessa hortaliça, em 2015, foi de 24,1 mil hectares, com uma produtividade de 31,6 t/ha, além disso, proporcionou um rendimento de 490.277 US\$ em exportação dessa olerícola (LACERDA, 2014; CARVALHO; KIST, 2016). Os principais estados produtores, por ordem de importância, são Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia e Goiás, que em conjunto, são responsáveis por 90% da produção nacional (DOSSA; FUCHS, 2017).

Essa hortaliça era tida como uma cultura tipicamente de outono-inverno, porém devido ao trabalho de melhoramento genético desenvolvido inclusive no Brasil, atualmente, as cultivares podem ser agrupadas conforme a adaptação termoclimática (SANTOS, 2010). Cada cultivar de cenoura possui características próprias quanto ao formato das raízes, resistência às doenças e, principalmente, à época de plantio (RESENDE; BRAGA, 2014).

O consumidor brasileiro tem preferência por raízes de cenoura cilíndricas, lisas, sem raízes laterais ou secundárias, uniformes, com coloração alaranjada intensa, ausência de pigmentação verde ou roxa na parte superior (ombro) das raízes, e com

comprimento e diâmetro variando, respectivamente, entre 15 a 20 cm e 3 a 4 cm (VIEIRA; PESSOA, 2008).

O lançamento da cultivar Brasília, em 1981, fez com que a produção de cenoura aumentasse consideravelmente no Brasil (CARVALHO et al., 2015). É cultivada em todas as áreas produtoras da região norte e nordeste e, respectivamente, em 80, 79 e 95 % das regiões sudeste, sul e centro-oeste do Brasil (SANTOS, 2010). Esta cultivar apresenta excelente padrão de qualidade e elevada produtividade, além de ser uma das poucas cultivares adaptada à região semiárida do estado do Rio Grande do Norte (LOPES et al., 2008; BEZERRA NETO et al., 2014).

Segundo Vieira e Pessoa (2008), a cultivar Brasília apresenta ciclo de 90-100 dias após a semeadura, raízes cilíndricas com coloração alaranjada clara e baixa incidência de ombro verde ou roxo, com comprimento de 15 - 22 cm e diâmetro variando de 3 a 4 cm, além de resistente ao calor, apresentando baixos níveis de florescimento prematuro sob condições de dias longos.

2.2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA

Em cenoura, além das características visuais das raízes, como comprimento e diâmetro, coloração e ausência de bifurcações, rachaduras e ombro verdes, estudos vem sendo realizados avaliando sua qualidade pós-colheita com base na sua composição química, como teores de carotenoides, sólidos solúveis e vitamina C (LANA; VIEIRA, 2000; FERREIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2011).

Os carotenoides, que consistem em pigmentos naturais sintetizados tanto pelas plantas quanto por microorganismos, são importantes por apresentarem propriedades antioxidantes que atuam na prevenção de algumas doenças e retardamento do envelhecimento, além do seu valor nutricional como provitamina A (LANA; VIEIRA, 2000; SCHWARTZ, 2010; PEREIRA, 2014). Cultivares do tipo Brasília apresentaram em sua composição teores de carotenoides totais variando entre 60 a 80 mg/kg (LANA; VIEIRA, 2000). Apesar das hortaliças serem consideradas boas fontes de carotenoides, seu conteúdo é influenciado pela variedade, grau de maturação, condições de cultivo, estação do ano, além da parte da hortaliça que é consumida (CAMPOS et al., 2006).

O teor de açúcares solúveis totais é outra característica importante no sabor de cenoura, sendo que em cultivares do tipo Brasília esse teor varia de 4.5 a 12,5 % (LANA; VIEIRA, 2000).

2.3 ADUBAÇÃO VERDE

Adubação verde é tida como uma alternativa viável na busca pela sustentabilidade dos solos agrícolas (NASCIMENTO; MATTOS, 2007). Esta técnica consiste na incorporação ao solo da massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, para preservar e/ou restaurar a fertilidade dos solos e, conseqüentemente, a produtividade das terras agricultáveis (CALEGARI et al., 1993; BATISTA et al., 2013).

Esta adubação retarda a fixação do fósforo, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), garantindo que potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes permaneçam em formas disponíveis para as raízes, protegendo-os da lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação. Além disso, garante um equilíbrio entre o aumento da produtividade das culturas e a exploração do meio ambiente, uma vez que melhora a estrutura do solo, favorecendo a sua agregação e maior retenção de água, prevenindo-o contra a erosão, além da matéria orgânica funcionar como fonte de energia para microrganismos benéficos (OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013; BEZERRA NETO et al., 2014).

A escolha da espécie vegetal a ser introduzida como adubo verde é de suma importância, uma vez que cada espécie apresenta características próprias que devem ser consideradas, devendo ser capaz de melhorar os fatores limitantes à produtividade, acarretando, assim, na melhoria de todo o sistema (BARRADAS, 2010). As leguminosas são as principais espécies utilizadas devido à capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico em decorrência da simbiose com bactérias, principalmente do gênero *Rhizobium* (FAVERO et al., 2000; MATEUS; WUTKE, 2006). No entanto, espécies espontâneas podem promover a mesma ciclagem de nutrientes e produção de biomassa que as leguminosas comumente utilizadas na adubação verde (FAVERO et al., 2000).

Estudos realizados no estado do Rio Grande do Norte com o uso de espécies espontâneas como adubo verde têm mostrado resultados promissores na produtividade de diversas culturas, como por exemplo, rúcula (LINHARES et al., 2009; ALMEIDA et al., 2015), cenoura (SILVA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2012; BEZERRA NETO et al., 2014), alface (BEZERRA NETO et al., 2011), beterraba (SILVA et al., 2011) e coentro (LINHARES et al., 2012). Entretanto, poucos são os trabalhos que avaliam o efeito da adubação verde com espécies espontâneas sobre a microbiota do solo.

Avaliando o efeito da adubação com espécies espontâneas (jitirana, mata-pasto e flor-de-seda) sobre atributos de solo-planta e produção de beterraba, Batista et al. (2016) observaram que não houve efeito dos adubos utilizados sobre os atributos químicos do solo, entretanto houve efeito das espécies utilizadas sobre o número de unidades formadoras de colônias de bactérias, fungos e actinomicetos, em que a adubação com mata-pasto se sobressaiu das demais espécies espontâneas, com $38,0 \times 10^5$; $22,4 \times 10^2$ e $21,2 \times 10^3$ unidades formadoras de colônias, respectivamente.

2.3.1 Jitirana (*Merremia aegyptia* L.)

A jitirana (*M. aegyptia*) é uma planta espontânea da família convolvulácea, forrageira, nativa do Nordeste brasileiro, suculenta e com odor agradável, muito comum durante o período chuvoso (OLIVEIRA et al., 2012). Por apresentar fácil adaptação ao clima tropical e por atingir produtividade de fitomassa verde em torno de 36 mg ha^{-1} com teores de macronutrientes da ordem de 2,62 % N; 0,17 % P; 1,20 % C; 1,2 % K; e 1,08 % Mg, apresenta-se como importante alternativa para o uso como adubo verde (LINHARES et al., 2012).

Diversos autores mostraram a importância desta convolvulácea em promover efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes para adubação verde (FÁVERO et al., 2000; LINHARES, 2009; OLIVEIRA, et al., 2012; BEZERRA NETO, et al., 2014). Oliveira et al. (2012) observaram que o melhor desempenho agroeconômico do cultivo da cenoura foi obtido com a adição ao solo de $15,6 \text{ t ha}^{-1}$ de jitirana, cuja otimização foi alcançada no tempo de incorporação de 26 dias. Bezerra Neto et al. (2014) concluíram que a otimização do desempenho agroeconômico da cenoura em cultivo solteiro é viabilizada com a incorporação de 13 t ha^{-1} de jitirana, indicando que o cultivo da cenoura é agroeconomicamente viável com o uso da jitirana como adubo verde. Linhares et al. (2014) avaliando períodos de incorporação da jitirana mais palha de carnaúba na produtividade de cenoura, verificaram que o período de incorporação de 44 dias foi o que promoveu a maior produtividade total e comercial com valores médios máximos de 4,0 e $3,3 \text{ kg m}^{-2}$ por canteiro, respectivamente.

2.3.2 Flor-de-seda (*Calotropis procera* Aiton W.T.)

A flor-de-seda (*C. procera*) é uma espécie arbustiva pertencente à família Apocynaceae, conhecida também em diversas regiões brasileiras como algodão de seda, algodão da praia, leiteira, leiteiro, queimadeira, pé-de-balão e janaúba (SILVA et al.,

2013). É uma espécie que apresenta rápido crescimento, necessitando de apenas 90 dias após sua germinação para alcançar altura superior a 50 cm e produzir suas primeiras flores (ANDRADE et al., 2005). Caracteriza-se por apresentar-se sempre verde, possuindo folhas com 94,62 % de matéria seca e 19,46 % de proteína bruta, além de apresentar relação C/N 20-30/1, o que garante equilíbrio entre a mineralização e imobilização do nitrogênio solo, proporcionando uma decomposição mais rápida desse material vegetal no solo (LINHARES et al., 2009; SOUSA, 2014). A relação C/N é uma característica que interfere na mineralização e imobilização do nitrogênio no solo, sendo que quando esta relação é maior que 30:1, a imobilização é favorecida, já quando menor que 20:1, ocorre o favorecimento da mineralização, e quando ocorre na faixa de 20-30:1, esses dois processos ocorrem simultaneamente, havendo um equilíbrio entre os mesmos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Um das principais características da flor-de-seda em relação a diversas espécies nativas ou adaptadas a Caatinga é a capacidade que esta apresenta em ofertar fitomassa durante todo ano (ALMEIDA, 2013). Medeiros et al. (2008), observaram valores médios de matéria seca de 16,57 %; de proteína bruta 10,05 %; de fibra bruta 26,41% e de matéria orgânica 85,89%

Linhares (2009) utilizando diferentes quantidades de três espécies espontâneas como adubo verde: jitirana, mata-pasto e flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula (*Eruca sativa* Miller), alface (*Lactuca sativa* L.) e coentro (*Coriandrum sativum* L.), verificou que a flor-de-seda juntamente com a jitirana proporcionaram os maiores rendimentos agrônômico e econômico, destacando a cultura da rúcula, que apresentou o melhor desempenho quando adubada com flor-de-seda na quantidade de 15,6 t ha⁻¹. Silva et al. (2013) quando avaliaram a produção de cenoura adubada com flor-de-seda, verificaram que a maior performance agrônômica desta cultura foi obtida na quantidade de 45 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo no parcelamento de 30 % (15 dias antes da semeadura) e 70 % (30 dias após da semeadura). Sousa (2014) obteve com a incorporação de flor-de-seda ao solo para cultivo do coentro, uma rentabilidade líquida de R\$ 2.920,00, taxa de retorno de 1,86 e um índice de lucratividade de 46,3 %, indicando que a utilização dessa espécie constitui em uma alternativa viável como adubo verde.

2.3.3 Mamona (*Ricinus communis* L.)

A mamona (*R. communis*), conhecida também como carrapateira, rícino e palma-de-cristo, é uma planta de porte arbustivo, oleaginosa e de origem africana, pertencente à família das Euforbiáceas (SILVA et al., 2012).

Apesar de escassas pesquisas visando a utilização da mamona como adubo verde, Ambrósio et al. (2009), avaliando a sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2; *Macrophomina phaseolina*; *Rhizoctonia solani* AG-4 HGI e *Sclerotium rolfsii*), em microcosmo, simulando a solarização com incorporação de materiais vegetais (brócolis, eucalipto, mamona e mandioca), verificaram que a incorporação da mamona em associação com a simulação da solarização propiciou erradicação significativa dos fungos *F. oxysporum* e *R. solani* já aos 14 dias de tratamento.

Quando avaliaram o efeito da incorporação de materiais vegetais (brócolis, mamona, mandioca brava e mansa) associada a solarização em microcosmo na sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, *M. phaseolina*, *R. solani* AG-4 HGI e *S. rolfsii*, Basseto et al. (2012), verificaram que a sobrevivência das estruturas de resistências dos fungos foi significativamente menor nos tratamentos com a associação da solarização com a incorporação dos materiais vegetais, sendo os mais eficientes a associação com a incorporação de brócolis e mandioca mansa, apesar da incorporação da mamona ter apresentado controle sobre os patógenos, consistiu no tratamento com menor eficiência quando comparado aos demais materiais vegetais.

2.3.4 Repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

O repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) é uma hortaliça herbácea com folhas arredondadas e cerosas, tida como a espécie da família *Brassicaceae* de maior importância socioeconômica no Brasil (MAROUELLI et al., 2010; MOREIRA et al., 2011; MOREIRA; VIDIGAL, 2011).

As brássicas de forma geral compreendem aos materiais vegetais mais pesquisados e possíveis de serem empregados no controle de doenças de plantas por atuarem principalmente na redução do potencial de inóculo de vários fitopatógenos (BUENO et al., 2004; AMBRÓSIO et al., 2008), entretanto, pesquisas visando seu uso, especialmente do repolho, como adubação verde, com o intuito de melhorar a produtividade de hortaliças ainda são bastante escassos.

Neves et al. (2007) quando estudaram a biofumigação do solo com a utilização de 100 gramas por vaso de massa fresca de brássicas - repolho (*Brassica oleracea* var.

capitata), mostarda (*Brassica juncea*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), no controle de *Meloidogyne javanica*, observaram que a incorporação de couve flor, brócolis e mostarda ao solo e posterior cobertura com plástico, resultou no maior controle do nematoide, reduzindo o número de galhas em 61,3; 60,8 e 46,8 % respectivamente em relação à testemunha positiva (solo infestado com nematoide). Enquanto que sem a cobertura com filme plástico, a incorporação ao solo de brócolis e repolho também reduziu significativamente o número de galhas em relação à testemunha positiva. Além disso, avaliaram ainda o efeito dessa biofumigação sobre a massa fresca de plantas de tomate 45 dias após o transplante das mudas e verificaram que todos os tratamentos com incorporação de massa fresca de brássicas, independente da cobertura do solo com plástico ou não, resultaram em plantas com maior massa fresca de parte aérea em relação a testemunha positiva.

2.4 SOLARIZAÇÃO DO SOLO

A solarização consiste na cobertura do solo em pré-plantio com um filme plástico transparente, preferencialmente úmido, durante o período de maior radiação solar (GHINI, 2001). Após a cobertura com o filme plástico transparente, a energia solar eleva a temperatura do solo, em repetidos ciclos diários, porém quanto maior a profundidade, menores temperaturas são atingidas, por isso o plástico deve ser mantido por um período de tempo suficiente para que haja a inativação das estruturas localizadas nas camadas mais profundas do solo, o que geralmente ocorre entre quatro a seis semanas no campo, porém em estufas, o tratamento pode ser por um período menor devido à presença do plástico de cobertura da estufa (GHINI, 2001).

Apesar de ser considerada uma técnica eficiente no controle de diversos patógenos, no caso de microrganismos termotolerantes, o tempo requerido para o controle torna a técnica inviável, uma vez que estes organismos necessitam de grandes períodos de exposição a altas temperaturas para serem inativados (AMBRÓSIO et al., 2009).

Ghini et al. (2003), observaram que a solarização promoveu alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, aumentando significativamente os teores de N-NH₄⁺, manganês, N-NO₃⁻, magnésio e potássio, reduzindo os teores de cobre, ferro e alumínio, além de ter reduzido a recuperação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, evidenciando um aumento na supressividade desse patógeno.

2.5 ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO DO SOLO

A associação da incorporação de material orgânico com a solarização do solo tem-se mostrado como um avanço promissor na agricultura, pois, além de melhorar as características agronômicas (diâmetro do colo, número de folhas, altura da planta e massa seca) das plantas cultivadas (FREITAS et al., 2009), permite ainda o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente, reduzindo drasticamente o tempo necessário para esse controle (AMBRÓSIO et al., 2008).

Pesquisa realizada por Ambrósio et al. (2009) mostrou que materiais orgânicos [folhas e ramos de brócolos (*Brassica oleracea* var. *italica* L.); de mamona (*R. communis*); de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden)] quando associados à simulação da solarização propiciaram controle de fungos fitopatogênicos habitantes do solo (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2; *M. phaseolina*; *R. solani* AG-4 HGI e *S. rolfsii*), fato esse devido, possivelmente, a estes materiais liberarem voláteis fungitóxicos letais à vários fitopatógenos, quando incorporados ao solo e submetidos à simulação da solarização. Entretanto, observaram ainda que o tratamento que apenas simulou a solarização não controlou nenhum fitopatógeno dentro do período avaliado.

Freitas et al. (2009) verificaram que a incorporação de mamona associada à solarização do solo, na época seca (agosto a novembro de 2008), proporcionou maiores valores no diâmetro do colo, número de folhas, altura da planta e massa seca de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). Contudo, na época chuvosa (março a junho de 2009), observaram ainda que a incorporação de mandioca brava e nim, associada à solarização do solo, proporcionou maiores valores no diâmetro do colo, número de folhas, altura da planta e massa seca, indicando assim que, o melhor período de incorporação de materiais, associado à solarização do solo, varia de acordo com o tipo de material utilizado.

Segundo Cruz et al. (2005) a incorporação de matéria orgânica ao solo seguida de solarização propicia um aumento significativo na comunidade fúngica e bacteriana presente no solo, quando comparado ao solo solarizado isoladamente, como consequência da reestruturação do metabolismo bacteriano das espécies que suportaram o efeito cumulativo da temperatura do solo.

A solarização do solo associada à incorporação de materiais vegetais, além da acumulação de calor permite a formação de compostos voláteis tóxicos e aumento da

biota antagonista no solo (WONG et al., 2011). Quando avaliaram a sobrevivência de *M. phaseolina* em solo incorporado com brócolos seguido de solarização, Ambrósio et al. (2004) verificaram que nas parcelas incorporadas com resíduos de brócolos e solarizado, o fungo foi controlado com menos de 21 dias de tratamento. A associação da incorporação de mandioca, tanto a “brava” quanto a “mansa”, com a solarização, proporcionou a inativação de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* Raça 2, podendo atuar no controle da doença murcha de fusarium causada por este patógeno (WONG et al., 2011).

2.5.1 Nematoides (*Meloidogyne* spp.)

A ocorrência de nematoides está entre os principais problemas no cultivo da cenoura, especialmente os formadores de galhas como *M. javanica*, *M. incógnita* e *M. hapla* Chitwood (FANCELLI, 1997). O cultivo de variedades suscetíveis em solos com altos níveis populacionais destes patógenos podem acarretar perdas de até 100 % da produção de raízes comerciais em decorrência da redução tanto no peso quanto na qualidade comercial das raízes (PINHEIRO et al., 2012).

Os sintomas típicos da meloidoginose consistem na presença de galhas nas raízes principais e laterais, deformações, bifurcações, folhas amareladas além da produção de raízes com tamanho bastante reduzido (PINHEIRO et al., 2012; MATOS et al., 2013).

A solarização do solo, o uso de matéria orgânica, a biofumigação e o controle biológico com fungos e bactérias são métodos de controle alternativos de fitonematoides (MALDANER et al., 2014). A incorporação de matéria orgânica no solo além de ser fonte de nutrientes para as culturas, permite o aumento da microbiota do solo, principalmente os inimigos naturais de nematoides, além de que a decomposição desse material no solo pode liberar substâncias tóxicas a esses patógenos (PINHEIRO et al., 2012).

2.5.2 Microbiota do solo

A microbiota do solo é composta por vários grupos de organismos, dentre eles as bactérias, fungos e actinomicetos que apresentam importantes funções que vão desde a degradação de compostos orgânicos com posterior ciclagem de nutrientes, até às mais específicas, como a fixação biológica de nitrogênio e o auxílio às plantas na absorção dos nutrientes (GILLER, 1996; BALDANI et al., 1997; CARDOSO, 2004; MIRANSARI, 2013; CHAGNON et al., 2013; CARDOSO; ANDREOTE 2016).

A quantidade e diversidade de microrganismos no solo são limitadas na ausência de fonte de carbono, sendo influenciada diretamente pela quantidade de material orgânico incorporado ao solo já que a mineralização do resíduo orgânico promove o aumento na diversidade e atividade microbiana (STARK et al., 2008; BUZINARO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2017).

Batista et al. (2013) avaliando os atributos microbiológicos do solo pelo uso de espécies espontâneas (jitirana, mata-pasto e flor-de-seda) como adubo verde verificaram que apesar de não ter existido diferenças entre os adubos analisados sobre o crescimento de microrganismos no solo, houve aumento no número das unidades formadoras de colônias (UFCs) com as doses aplicadas (5,4; 8,8; 12,2; 15,6 e 21,0 t ha⁻¹), apresentando entre a maior e menor dose um acréscimo de $1,025 \times 10^4$ para actinomicetos; $7,995 \times 10^2$ para fungos e $7,841 \times 10^6$ para bactérias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. E. S. Uso da flor-de-seda como adubo verde no consórcio de alface e rúcula. Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 51 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)**, 2013.

ALMEIDA, A. M. B.; LINHARES, P. C. F.; LIBERALINO FILHO, J.; NEVES, A. P. M.; MORAIS, S. L. S. Efeito residual da jitrana, flor-de-seda e mata-pasto no cultivo da rúcula em sucessão a beterraba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 2, p. 42-48, 2015.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 20-25, 2009.

ANDRADE, M. V. M.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, M. S. C. Fenologia da *Calotropis procera* Ait R. Br. em função do sistema e da densidade de plantio. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 54, n. 208, p. 631-634, 2005.

ARAÚJO, P. M. Estudo da desidratação osmótica da cenoura (*Daucus carota* L.) em fatias. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 136 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)**, 2010.

BARRADAS, C. A. A. Adubação Verde. **Manual técnico**; 25, Programa Rio Rural, Niterói, 10 p., 2010.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBROSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; AMBROSIO, M. M. Q.; CUNHA, J. L. X. L. Atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 31-38, 2016.

BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legume plant. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, n. 5-6, p. 911-922, 1997.

BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; AUGUSTO, F.; PEDROSO, M. P.; FURLAN, M. F.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Solarização em microcosmo: efeito de materiais vegetais na sobrevivência de fitopatógenos de solo e na produção de voláteis. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 2, p. 123-130, 2012.

BEZERRA NETO, F.; GÓES, S. B.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; GÓES, G. B.; MOREIRA, J. N. Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.

BUENO, C. J.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. de.; CERZINI, P. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em microcosmo simulando solarização com prévia incorporação de couve (*Brassicae oleracea* var. *acephala* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 356-363, 2004.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA MBB (coord). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p. 1-56, 2. ed., 1993.

CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; SOUZA, P. M. STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Pró-vitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 33-40, 2006.

CARDOSO, M. O. Método para quantificação da biomassa microbiana do solo. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 25, n. 1, p. 1-12, 2004.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo** [recurso eletrônico], 2 ed., Piracicaba:ESALQ, 221p., 2016.

CARVALHO, A. D. F.; SILVA, G. O.; PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B. Produtividade e tolerância à queima-das-folhas de diferentes genótipos de cenoura de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 299-304, 2015.

CARVALHO, C.; KIST, B. B. **ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS 2017**. Brazilian Vegetable Yearbook, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 56 p., 2016. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-hortalicas-2017/files/assets/basic-html/page4.html>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

CHAGNON, P. L.; BRADLEY, R. L.; MAHERALI, H.; KLIRONOMOS, J. N. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 18, n. 9, p. 484-491, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim Hortigranjeiro**, v. 4, n. 12, 73 p., Brasília: CONAB, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/Boletim_Hortigranjeiro_Dezembro_2018. Acesso em 17 de junho de 2019.

CRUZ, J. C. S.; ROCHA, M. M.; SOUZA, N. L.; PADOVANI, C. R.; MINHONI, M. T. A. Aspectos microbiológicos de solo e a técnica de solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 1, p. 74-81, 2005.

DOSSA, D.; FUCHS, F. Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense. Ceasa, 7 p, 2017. Disponível em: <http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/BoletimTecnicoTomate1.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

FANCELLI, M. I. Doenças da cenoura. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. & REZENDE, J. A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. v. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 112-136, 1997.

FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p.171-177, 2000.

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.; GRANGEIRO, L. C. Avaliação da qualidade pós-colheita de cenoura em quatro épocas de colheita. In.: 50ª Congresso Brasileiro de Olericultura, Guarapari, 2010. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. S4049-S4053 (Suplemento – CD Rom), 2010.

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

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

FREITAS, A. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; LIRA, L. M.; QUEIROGA, R. C. F.; COURA, F. P. O.; SOUSA, F. Q.; PEREIRA, F. M. Efeito da solarização do solo associada à incorporação de materiais orgânicos dentro de sacos plásticos na incidência de patógenos radiculares e na produção de mudas de mamoeiro. **VI Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande**, 10 p., 2009.

GHINI, R. Solarização do solo. **Embrapa Meio Ambiente**, 4 p., 2001.

GHINI, R.; PATRÍCIO, F. R. A.; SOUZA, M. D.; SINIGAGLIA, C.; BARROS, B. C.; LOPES, M. E. B. M.; TESSARIOLI NETO, J.; CANTARELLA, H. Efeito da solarização do solo sobre propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 7-19, 2003.

GILLER, P. S. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. **Biodiversity and Conservation**, London, v.5, n. 2, p. 135-168, 1996.

LACERDA, Y. E. R. Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba, 63p. **Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)**, 2014.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura. Brasília, **Embrapa Hortaliças**, 15p, 2000.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; BORGONHA, W.; MARACAJÁ, P. B.; MADALENA, J. A. S. Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônomo da rúcula cv. Cultivada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 4, n. 2, p. 46-50, 2009.

LINHARES, P. C. F. Vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 111 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)**, 2009.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônomo do coentro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

LINHARES, P. C. F.; MARACAJA, P. B.; DUARTE, J.; IANASCARA, R. Períodos de incorporação de jitrana mais palha de carnaúba na produtividade de cenoura. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 10, n. 3, p. 100-104, 2014.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; TEÓFILO, T. M. S.; ALVES, S. S. V.; MARTINS, C. M.; NUNES, G. H. S.; GRANGEIRO, L. C. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 482-487, 2008.

LUENGO, R. F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. Tabela de composição nutricional das hortaliças. 2 ed., Brasília, Embrapa Hortaliças, 4 p., 2011.

MALDANER, P. V.; MELO, M.; PEREIRA, A. V.; MEDICE, R. Biofumigação utilizada no controle de nematoide. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, Itapeva, 4ª ed., 2014.

MARQUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, R. F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 369-375, 2010.

MATOS, F. A. C.; LOPES, H. R. D.; DIAS, R. L.; ALVES, R. T. Cenoura: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. **SEBRAE**, Série Agricultura Familiar, Coleção passo a passo – Cenoura, 28 p., 2011.

MATOS, D. L.; RODRIGUES, C.; LAVEZO, A.; BATISTÃO, A.C.; BONFANTE, L. V.; DAVID, G. Q.; KOGA, P. S.; PERES, W. M. P. Cenoura: Raiz depreciada. **Cultivar Hortaliças e Frutas (CULTIVAR HF)**, 4 p., 2013.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas com adubo verde. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 3, n. 1, 15p., 2006.

MEDEIROS, V. M.; RIBEIRO FILHO, N. M.; BARBOSA, A. S.; BARBOSA, A. S.; DANTAS, J. P. Composição nutricional da flor-de-seda (*Calotropis procera*). **II Congresso Norte-Nordeste de Química**, João Pessoa – PB, 2 p., 2008.

MIRANSARI, M. Soil microbes and the availability of soil nutrients. **Acta Physiologiae Plantarum**, Berlin, v. 35, n. 11, p. 3075-3084, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Editora UFLA, Lavras, 2 ed., 729 p., 2006.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M. Evolução das características da planta associadas à nutrição nitrogenada de repolho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 243-248, 2011.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n. 1, p.117-121, 2011.

NASCIMENTO, A. F.; MATTOS, J. L.S. Benefícios com a utilização de adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 41-55, 2007.

NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; COUTINHO, M. M.; PARREIRA, D. F.; FERRAZ, S.; COSTA, M. D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 3, p. 195-201, 2007.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S.; MOREIRA, J. N. Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jitrana antes de sua semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 364-372, 2011.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroecônômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; BEZERRA NETO, F.; CHAVES, A. P. Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 23-33, 2017.

PEREIRA, V. S. Caracterização físico-química, carotenoides totais e elemento traço em cenoura (*Daucus carota* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico e convencional. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 117p. **Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)**, 2014.

PINHEIRO, J. B. Os desafios atuais da nematologia no contexto da olericultura: *Meloidogyne enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*) em hortaliças. **Hortaliças em revista**, Brasília, v. 1, n. 4, p. 12, 2012. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/939911>. Acesso em: 10 de março de 2017.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 102-106, 2014.

SANTOS, A. O. Produção de olerícolas (alface, beterraba e cenoura) sob manejo orgânico nos sistemas mandalla e convencional. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 95p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**, 2010.

SCHWARTZ, C. R. M. Otimização da produção de carotenoides em meio sintético por *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636 em biorreator. Erechim, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 103p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)**, 2010.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 801-809, 2011.

SILVA, D. F.; TRINDADE, R. C. P.; OLIVEIRA, M. W.; FERRO, J. H. A.; CALHEIROS, A. S. Crescimento vegetativo e produtividade de mamoeira em função da variedade e da adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n.1, p. 160-167, 2012.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA, A. K. H. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.

SOUSA, R. M. D. Aproveitamento do resíduo oriundo do processamento mínimo de cenoura no desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Brasília, Universidade de Brasília, 137p. **Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana)**, 2008.

SOUSA, J. S. Jitirana, flor-de-seda e mata-pasto como fonte de adubo verde na produtividade do coentro. Pombal, Universidade Federal de Campina Grande, 44p. **Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais)**, 2014.

STARK, C. H.; CONDRON, L. M.; O'CALLAGHAN, M.; STEWART, A.; DI, H. J. Differences in soil enzyme activities, microbial community structure and short-term nitrogen mineralisation resulting from farm management history and organic matter amendments. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 40, n. 6, p. 1352-1363, 2008.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V. Cenoura (*Daucus carota*). **Embrapa Hortaliças**, 2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/cultivares.html. Acesso em: 24 de fevereiro de 2016.

WONG, L. C.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 129-133, 2011.

CAPÍTULO II

BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DE CENOURA CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO

RESUMO

COSTA, Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo. **BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DE CENOURA CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO**, 2019. 21 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

A associação da adubação verde com a solarização do solo, além de melhorar a fertilidade do solo, através da liberação de macro e micronutrientes essenciais às plantas, permite o controle de patógenos, principalmente fungos, bactérias e nematoides, especialmente quando se utiliza brássicas como adubo verde. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo da cenoura cultivada sob efeito da associação de diferentes materiais vegetais incorporados ao solo (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo. O estudo foi realizado em duas épocas (de junho a outubro de 2017; e posteriormente, de setembro de 2017 a janeiro de 2018), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Lagoinha, Mossoró-RN. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas corresponderam ao efeito da solarização (solo solarizado e não solarizado) e as subparcelas, aos materiais vegetais utilizados (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal). As características avaliadas foram: altura de plantas, número de haste por planta, massa seca da parte aérea e de raízes, produtividade comercial e total da cenoura e a produtividade classificada de raízes (longas, médias, curtas e refugo). Entre os materiais vegetais analisados observou-se diferença significativa apenas na primeira época, sendo a jitirana o que proporcionou maior produtividade comercial (32,85 t ha⁻¹) e produtividade total de raízes (33,30 t ha⁻¹). As maiores produções de raízes de cenoura foram obtidas na primeira época de realização do experimento, 29,15 t ha⁻¹ (produção comercial) e 29,70 t ha⁻¹ (produção total). Quanto as épocas de realização dos experimentos, as maiores produções tanto comercial quanto total de raízes de cenoura foram obtidas na primeira época, 29,15 t ha⁻¹

¹ e 29,70 t ha⁻¹ respectivamente. Assim, a incorporação dos materiais vegetais ao solo, independente da realização da solarização, proporcionou maiores produções de raízes de cenoura, tendo a adubação verde se mostrado como uma técnica apropriada para a produção de hortaliças visando altas produtividade. A época de cultivo mais recomendada para a região de Mossoró-RN da cenoura (cultivar Brasília) é de junho a outubro.

Palavras-chaves: Espécies espontâneas; Épocas de cultivo; Material vegetal; Incorporação.

ABSTRACT

COSTA, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo. **CULTIVATED CARROT BIOMASS AND PRODUCTIVITY UNDER GREEN FERTILIZATION ASSOCIATED WITH SOLARIZATION**, 2019. 21 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechnology) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

The association of green manure with soil solarization, besides improving soil fertility due to the release of essential macro and micronutrients to plants, allows the control of pathogens, especially fungi, bacteria and nematodes, especially when using brassicas as green fertilizer. Therefore, this work aimed to evaluate the productive performance of carrot cultivated under the effect of the association of different plant material incorporated into the soil (jitrana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material) with soil solarization. The study was conducted in two seasons (from June to October 2017; and later, from September 2017 to January 2018), at Rafael Fernandes Experimental Farm, located in Lagoinha district, Mossoró-RN. A randomized block design was used with the treatments arranged in a split plot scheme with four replications. The plots corresponded to the effect of solarization (solarized and non-solarized soil) and the subplots corresponded to the plant materials used (jitrana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material). The evaluated characteristics were: plant height, stem number per plant, shoot and root dry mass, commercial and total carrot yield and classified root yield (long, medium, short and scrap). Among the plant materials analyzed, significant differences were observed only in the first season, with jitrana provided the highest commercial yield (32.85 t ha⁻¹) and total root yield (33.30 t ha⁻¹). The highest yields of carrot roots were obtained in the first season of the experiment, 29.15 t ha⁻¹ (commercial production) and 29.70 t ha⁻¹ (total production). As for the time of the experiments, the highest commercial and total carrot root yields were obtained in the first season, 29.15 t ha⁻¹ and 29.70 t ha⁻¹, respectively. Thus, the incorporation of plant materials into the soil, regardless of solarization, provided higher yields of carrot roots, and green manure proved to be an appropriate technique for the production of vegetables aiming at high productivity. The most recommended growing season for the carrot (Brasília cultivar) Mossoró-RN region is from June to October.

Keywords: Spontaneous species; Growing seasons; Plant material; Incorporation.

1 INTRODUÇÃO

A busca crescente por uma produção sustentável que visa minimizar os danos ao meio ambiente além da obtenção de produtos livres de contaminantes pelo uso desordenado de agrotóxicos, faz com que a adubação verde, através da incorporação de material vegetal não decomposto aos solo, seja tida como uma estratégia capaz de suprir a demanda nutricional em diversas olerícolas (CALEGARI et al., 1993; LINHARES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013; SILVA et al., 2013; BEZERRA NETO et al., 2014).

Estudos realizados no estado do Rio Grande do Norte utilizando adubação verde com espécies espontâneas da caatinga têm mostrado resultados promissores com hortaliças, especialmente na produtividade da cenoura (*D. carota*). Silva et al. (2013) quando avaliaram a produção de cenoura adubada com diferentes quantidades de flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.) verificaram aumento na altura de plantas, número de hastes por planta e na produtividade comercial e total de raízes de cenoura com o aumento das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, obtendo-se a maior performance agrônômica da cenoura quando se utilizou quantidade de 45 t ha⁻¹ deste material vegetal.

Bezerra Neto et al. (2014) visando a otimização agrícola da cenoura incorporando ao solo jitirana, observaram aumento na altura de plantas e massa seca da parte aérea da cenoura com quantidades crescentes de jitirana em base seca incorporadas ao solo. Já quanto à produtividade comercial e total de raízes, estes autores verificaram valores crescentes até quando se utilizou 15 t ha⁻¹ decrescendo, em seguida, até a última quantidade de jitirana adicionada.

Além disso, a obtenção de produtos de alta qualidade comercial pode ser prejudicada pela ocorrência de doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo, principalmente fungos, bactérias e nematoides, com isso o emprego da solarização, através da cobertura do solo com um filme plástico transparente de polietileno nos períodos de maior radiação solar, consiste na principal forma de controle desses patógenos (CRUZ; SILVA, 2006).

A associação da adubação verde com a solarização do solo surge como uma técnica promissora na agricultura, pois além de melhorar as características das plantas cultivadas, como diâmetro do colo, número de folhas, altura da planta, além da massa seca de parte aérea (FREITAS et al., 2009), atua no controle de patógenos, especialmente quando utilizado brássicas como adubo verde, principalmente o repolho

(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) pois, além de permitir o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente, tem reduzido drasticamente o tempo necessário para esse controle, isso devido as brássicas, de forma geral, liberam em sua decomposição voláteis ricos em enxofre e compostos ricos em nitrogênio, reduzindo o potencial inóculo de várias doenças causadas por patógenos do solo (BUENO et al., 2004; AMBRÓSIO et al., 2008).

Entretanto, informações do emprego dessa técnica com o intuito de aumentar a produtividade das hortaliças especialmente da cenoura ainda são escassos. Diante disso, será que a incorporação de espécies espontâneas além permitir a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento de hortaliças, permite ainda o controle de patógenos habitantes do solo? Além disso, o uso do repolho e da mamona (*Ricinus communis* L.), além de permitirem a inativação de inóculo de vários patógenos, através da liberação de compostos tóxicos por meio da sua decomposição, permite ainda quando usado como adubo verde, a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas? E com relação a ação isolada da solarização do solo, será que essa técnica além de permitir o controle de patógenos habitantes no solo influencia na produtividade da cenoura?

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da cenoura sob efeito da associação de diversos materiais vegetais incorporados ao solo (jítirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada no distrito de Lagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró (5°11' S e 37°20' W, 18 m de altitude), cujo solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico distrófico (EMBRAPA, 2006). O clima dessa região de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e outra chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991).

O estudo foi realizado em duas épocas, sendo a primeira no período de junho a outubro de 2017, e a segunda de setembro de 2017 a janeiro de 2018. Durante as

realizações dos experimentos foram observadas variações em temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica conforme pode ser observado na Figura 1.

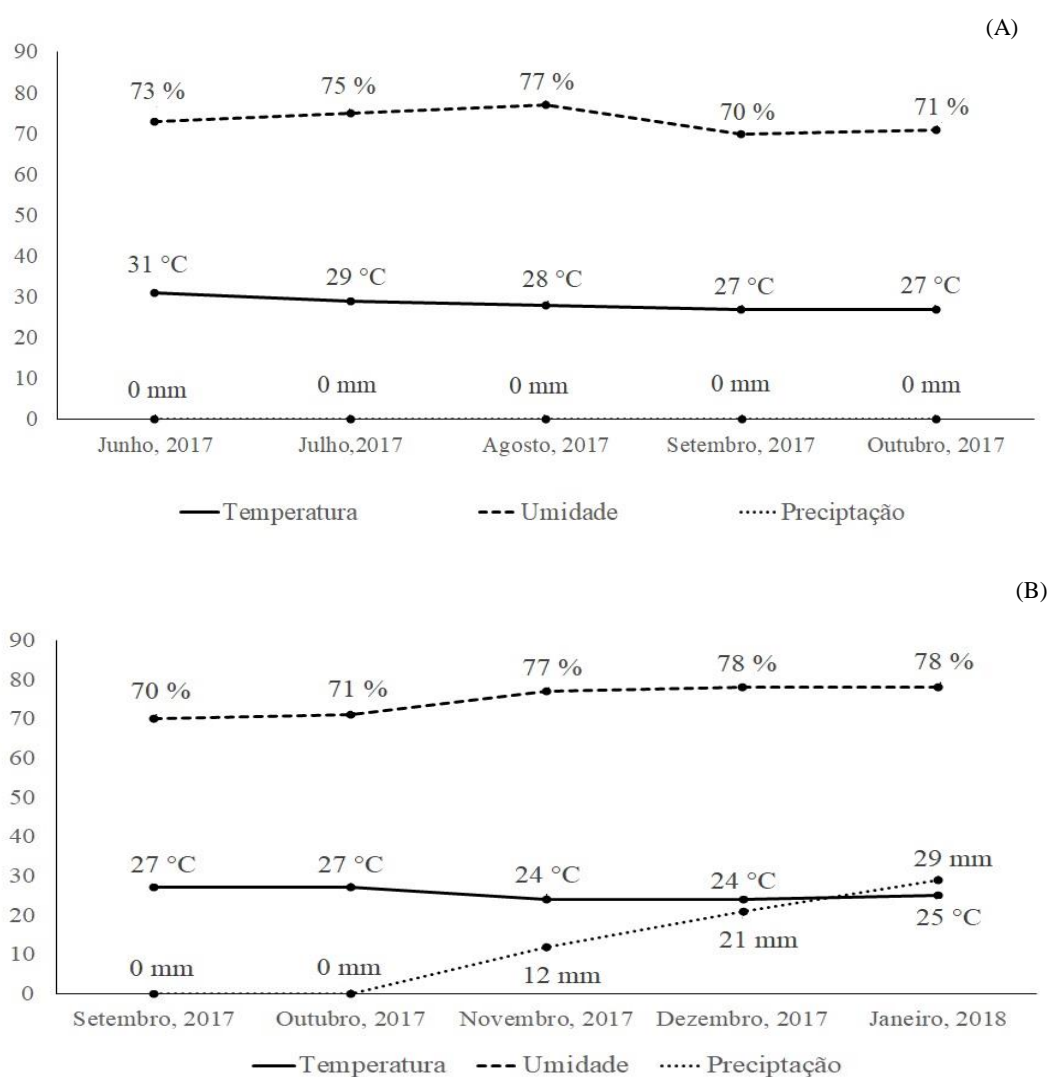


Figura 1: Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019.

(A) – Médias dos dados climáticos na primeira época (junho a outubro de 2017). (B) Médias dos dados climáticos na segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Foram coletadas, em cada época de realização dos experimentos, amostras de solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, cujos resultados das análises químicas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.

EP	N	pH	CE	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	CTC	PST
	g/kg	(água)	dS/m	g/kg		mg/dm ³		cmolc/dm ³					%
1 ^a	0,42	7,70	0,10	4,10	36,4	88,5	10,0	2,80	0,90	3,97	3,97	3,97	1
2 ^a	0,42	7,70	0,14	4,10	29,4	84,5	23,0	2,50	0,60	3,42	3,42	3,42	3

*EP = Épocas de produção. 1^a = Primeira época - junho a outubro de 2017. 2^a = Segunda época - setembro de 2017 a janeiro de 2018. CE = condutividade elétrica do extrato solo água. MO = matéria orgânica. SB = saturação de bases. t = CTC efetiva. CTC = capacidade de troca catiônica do solo. PST = porcentagem de sódio trocável.

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas corresponderam ao efeito da solarização (solo solarizado e não solarizado) e as subparcelas, os materiais vegetais utilizados para a adubação verde (jítirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal).

Cada parcela experimental foi constituída por seis fileiras, apresentando uma área total de 1,44 m², com área útil de 0,80 m². Sendo consideradas como área útil, as plantas das linhas centrais, excluindo-se a primeira e a última planta de cada linha e as bordaduras. As fileiras foram espaçadas entre si de 0,20 m, e dentro da linha de 0,10 m entre plantas (Figura 2).

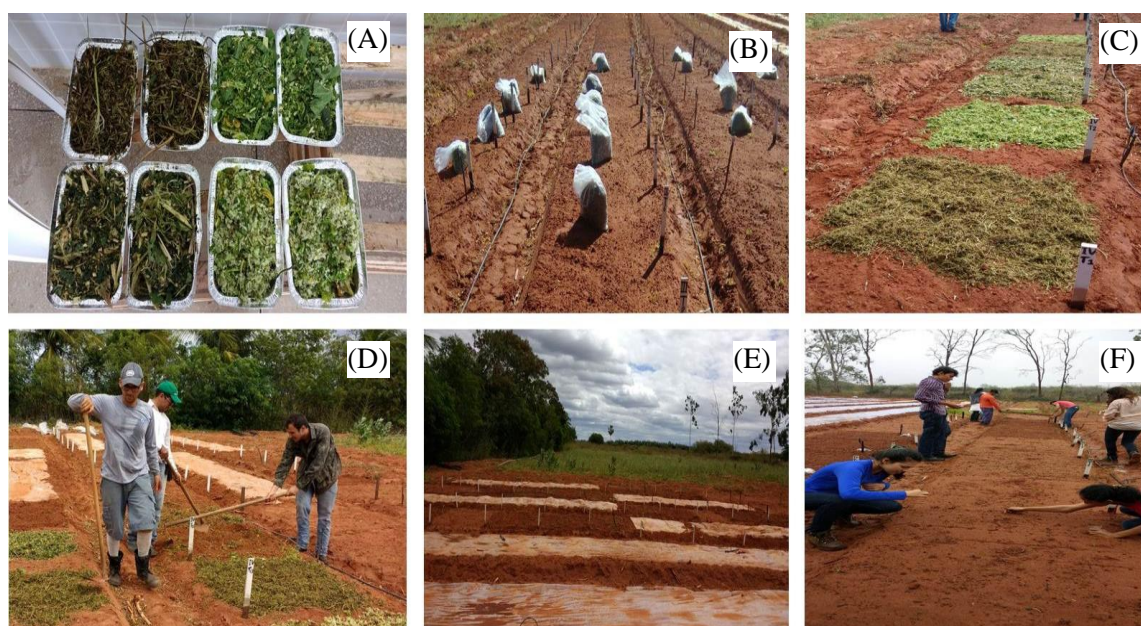


Figura 2: Instalação do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no distrito de Lagoinha. Mossoró, RN, 2018.

(A) - Materiais vegetais triturados; (B) e (C) – Distribuição dos materiais vegetais nas subparcelas; (D) – Incorporação dos materiais vegetais ao solo; (E) – Disposição dos tratamentos na área experimental; (F) – Plantio da cenoura cv. Brasília.

Inicialmente realizou-se o preparo do solo da área experimental através de uma gradagem seguida do levantamento dos canteiros com auxílio de um encanteirador.

Foram utilizados como materiais vegetais, jitrana, flor-de-seda, mamona e repolho, utilizando-se 30 t ha⁻¹ de massa fresca de cada material vegetal conforme proposto por Ambrósio et al. (2008), pois como nosso trabalho apresenta o intuito de avaliar também o efeito da associação da incorporação de materiais vegetais ao solo com a solarização sobre a microbiota do solo e controle de patógenos habitantes no solo há a exigência em se utilizar os materiais em base fresca além de padronizar a quantidade de material vegetal a ser incorporado ao solo. Ressalta-se que o uso do repolho como adubo verde foi em virtude de que a incorporação deste ao solo quando associado a solarização, é tido como referencial para o controle de patógenos habitantes do solo.

Os valores referentes às análises químicas desses materiais vegetais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo.

Materiais Vegetais	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
	g/kg					mg/kg				
Jitirana	14,9	1,08	23,6	14,33	1,82	137	12	47	23,0	399
Flor-de-seda	0,9	2,47	36,9	8,08	5,22	189	24	33	26,3	2890
Mamona	12,3	1,52	24,6	20,88	5,05	166	17	57	16,2	598
Repolho	27,6	3,42	36,9	16,57	3,07	636	23	41	10,4	2193

Os materiais vegetais foram coletados na UFERSA na cidade de Mossoró-RN bem como em áreas adjacentes, exceto o repolho que foi adquirido comercialmente, em virtude de que não foi possível adquirir restos da produção desse material vegetal em áreas de cultivo dessa brássica na região de Mossoró. Foi realizada a solarização e incorporação do material vegetal ao solo durante 30 dias, em cada época de avaliação (primeira época: 26/06/2017 – 26/07/2017; segunda época: 04/09/2017 – 04/10/2017), e após esse período foi realizado o plantio utilizando de 4 a 5 sementes por cova da cultivar Brasília.

O sistema de irrigação empregado foi o de microaspersão, com a cultura conduzida em capacidade do campo. Além disso, durante a condução dos experimentos foram realizados capinas manuais no controle de plantas daninhas.

Realizou-se o desbaste 25 dias após o plantio, (primeira época – agosto de 2017; segunda época – outubro de 2017) deixando apenas uma planta por cova, resultando em uma população de 500.000 plantas por hectare, densidade recomendada para a região (OLIVEIRA et al., 2004).

A colheita da cenoura ocorreu aos 95 dias após o plantio, em ambas as épocas de avaliações (primeira época: outubro de 2017; segunda época: janeiro de 2018), quando foi observado o amarelecimento e secamento das folhas mais velhas e o arqueamento para baixo das folhas mais novas (SOUZA et al., 2008).

As características agronômicas avaliadas foram: Altura de plantas obtidas medindo-se com auxílio de uma régua graduada, em uma amostra de 20 plantas, a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta e expressa em centímetros. O número de haste por planta foi determinado contando-se o número de hastes, partindo-se das hastes basais até a última haste aberta, na amostra anterior.

A produtividade total foi obtida pelo uso de todas as raízes de cenoura obtidas na área útil, expressa em $t\ ha^{-1}$. A produtividade comercial da cenoura, quantificada a partir da massa fresca das raízes livres de rachaduras, bifurcações e danos mecânicos. A produtividade classificada de raízes, expressa em percentagem, foi obtida segundo o comprimento e maior diâmetro transversal em: longas (comprimento de 17 a 25 cm e diâmetro menor que 5 cm), médias (comprimento de 12 a 17 cm e diâmetro maior que 2,5 cm), curtas (comprimento de 5 a 12 cm e diâmetro maior que 1 cm) e refugo (raízes que não se enquadram nas medidas anteriores), conforme Lana; Vieira (2000).

A massa seca da parte aérea e de raízes foi obtida após secagem em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura regulada a 65 °C, até atingir massa constante e expressa em $t\ ha^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Uma análise conjunta foi realizada envolvendo as duas épocas de plantio, desde que a relação entre o maior e menor quadrado médio residual de cada característica tenha sido menor que sete, condição necessária pra realização desse tipo de análise (PIMENTEL GOMES, 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRIMEIRA ÉPOCA

Para as características altura de plantas, número de hastes por planta, massa fresca e seca de parte aérea e massa fresca e seca de raiz verificou-se que não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização do solo.

Analisando o efeito da solarização no solo, podemos observar que não houve diferença significativa para nenhuma das características analisadas. No que se referente aos materiais vegetais incorporados ao solo, verificou-se diferença significativa apenas para a massa seca da parte aérea e da raiz de cenoura, sendo a jitrana o que proporcionou maior massa seca de parte aérea (116,38 g) e de raiz (189,31 g), enquanto que o solo sem material vegetal o que apresentou menor efeito sobre estes, 91,56 g e 132,68 g respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Solarizado	32,10 a	9 a	538,50 a	101,74 a	1692,75 a	153,02 a
Não solarizado	32,12 a	9 a	585,50 a	108,34 a	1820,00 a	163,45 a
Materiais Vegetais						
Jitirana	33,52 a	9 a	623,13 a	116,38 a	1884,38 a	189,31 a
Flor-de-seda	32,08 a	9 a	571,38 a	108,55 abc	1898,75 a	167,44 ab
Mamona	30,59 a	9 a	589,38 a	113,42 ab	1798,13 a	170,15 ab
Repolho	31,50 a	9 a	510,63 a	95,29 bc	1629,38 a	131,60 b
Solo sem material vegetal	32,89 a	9 a	515,63 a	91,56 c	1571,25 a	132,68 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O alto teor de massa seca de parte aérea e de raiz observado com a incorporação de jitrana, estar associada ao maior suprimento nutricional das plantas da cenoura pela incorporação deste material vegetal (Tabela 2), bem como pelo fato de a jitrana apresentar adequada sincronia entre sua decomposição e mineralização com a época de maior exigência nutricional da cultura, em decorrência principalmente da ótima relação C/N (18:1) que esse material vegetal normalmente apresenta (FONTANÉTTI et al., 2006; LINHARES et al., 2012). Bezerra Neto et al. (2014) visando a otimização agroecônômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana, observaram maior teor de massa seca da parte aérea quando utilizado 30 t ha⁻¹ deste material vegetal.

Com relação à produção classificada, produção comercial e total de raízes de cenoura foi observada interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização apenas para a produção de raízes longas (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de produção classificada de raízes como longas em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização	
	Raízes Longas (%)	
	Solarizado	Não solarizado
Jitirana	36,87 aB	47,50 aA
Flor-de-seda	39,37 aA	36,25 abA
Mamona	28,12 aA	32,18 bA
Repolho	31,25 aA	28,72 bA
Solo sem material vegetal	16,25 bB	31,87 bA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação às raízes longas, podemos observar que os materiais vegetais diferem entre si tanto nos tratamentos solarizados quanto nos não solarizados. Quando solarizados, apenas o solo sem material vegetal apresentou menores médias (16,25 %) diferindo dos materiais vegetais, já quando não realizada a solarização do solo, a incorporação de jitirana proporcionou os maiores percentuais de raízes longas. (Tabela 4).

Já analisando o efeito da solarização em cada material vegetal, verificou-se efeitos apenas sobre a incorporação da jitirana e do solo sem material vegetal, em que os maiores percentuais desse tipo de raiz foram obtidos quando não solarizados, 47,50 % e 31,87 %, respectivamente.

Não houve diferença significativa da solarização do solo para a produção total, comercial e raízes médias, curtas e refugo. Por outro lado, com relação ao efeito dos materiais vegetais, observou-se que estes não diferiram entre si apenas para as raízes refugo (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de produção classificada de raízes (médias; curtas e refugo); produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Produção Classificada de raízes (%)			PCR (t ha ⁻¹)	PTR (t ha ⁻¹)
	Médias	Curtas	Refugo		
Solarizado	54,25 a	9,87 a	3,50 a	29,12 a	29,64 a
Não solarizado	50,87 a	10,62 a	4,12 a	29,18 a	29,77 a
Materiais Vegetais					
Jitirana	48,43 b	6,56 b	2,81 a	32,85 a	33,30 a
Flor-de-seda	49,38 b	10,00 ab	2,81 a	30,90 ab	31,63 ab
Mamona	54,68 ab	9,06 ab	3,12 a	29,60 abc	29,81 abc
Repolho	50,31 ab	11,56 ab	5,93 a	26,58 bc	27,47 bc
Solo sem material vegetal	60,00 a	14,06 a	4,37 a	25,81 c	26,32 c

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as raízes médias e curtas, o solo sem material vegetal foi o que proporcionou maiores percentuais, respectivamente 60,0 e 14,6 %, entretanto, em relação a produção comercial e produção total de raízes, a jitirana foi o material que proporcionou maiores valores de produção (32,85 e 33,30 t ha⁻¹, respectivamente) quando comparada com demais materiais vegetais utilizados, enquanto o solo sem material vegetal o que proporcionou menor produção, 25,81 e 26,32 t ha⁻¹ respectivamente (Tabela 5).

As maiores produções de raízes de cenoura obtida pela incorporação de jitirana ao solo estar associada a sua rápida decomposição observada no campo, o que pode estar relacionada a relação C/N que este material apresenta, normalmente 18:1, segundo Linhares et al. (2012), além do maior fornecimento nutricional por meio da sua incorporação ao solo (Tabela 2), viabilizando, assim, o seu uso como adubo verde.

3.2 SEGUNDA ÉPOCA

Não foi observada interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização para as características altura de plantas, número de hastes por planta, massa fresca e seca de parte aérea e massa fresca e seca de raiz. Analisando o efeito da solarização no solo, podemos observar que não houve diferença significativa para nenhuma das características analisadas (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Solarizado	29,07 a	9 a	553,75 a	100,55 a	1325,75 a	154,99 a
Não solarizado	28,79 a	9 a	524,50 a	95,41 a	1294,25 a	155,24 a
Materiais vegetais						
Jitirana	30,54 a	9 a	605,00 a	107,08 a	1428,13 a	167,77 a
Flor-de-seda	27,74 a	9 a	491,88 ab	92,51 ab	1247,50 ab	152,29 ab
Mamona	29,93 a	9 a	610,63 a	110,07 a	1388,13 a	166,88 a
Repolho	30,05 a	9 a	595,00 a	107,16 a	1452,50 a	166,52 a
Solo sem material vegetal	26,39 a	8 a	393,13 b	72,68 b	1033,75 b	122,06 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à incorporação de material vegetal ao solo, verificou-se diferença significativa para a massa fresca e seca, tanto de parte aérea quanto de raiz da cenoura, sendo a jitirana, a mamona e o repolho os que proporcionaram maiores quantidades, enquanto o solo sem material vegetal acarretou em menor quantidade de massa fresca e seca de parte aérea e raízes (Tabela 6).

Com relação à produção classificada (raízes longas, médias, curtas e refugo), produção comercial e produção total de raízes foi observado que não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização para nenhuma dessas características analisadas.

Analisando o efeito da solarização, não foi verificado diferença significativa sobre a produção classificada, produção comercial e produção total de raízes, enquanto que em relação ao efeito da incorporação dos materiais vegetais, observou-se diferenças significativas para as raízes do tipo longas, além da produção comercial e produção total de raízes de cenoura (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios de produção classificada de raízes (longas; médias; curtas; refugo); produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Produção Classificada de Raízes (%)				PCR (t ha ⁻¹)	PRT (t ha ⁻¹)
	Longas	Médias	Curtas	Refugo		
Solarizado	33,20 a	53,93 a	6,58 a	6,28 a	22,83 a	23,80 a
Não solarizado	30,30 a	58,28 a	6,97 a	3,97 a	22,42 a	23,50 a
Materiais Vegetais						
Jitirana	35,12 ab	55,38 a	4,34 a	5,16 a	24,25 a	25,58 a
Flor-de-seda	39,59 a	53,04 a	5,29 a	2,08 a	23,30 a	23,79 ab
Mamona	27,15 ab	62,38 a	7,86 a	2,70 a	23,87 a	24,48 ab
Repolho	36,06 ab	62,28 a	6,64 a	3,79 a	24,01 a	25,25 ab
Solo sem material vegetal	20,83 b	52,34 a	9,75 a	11,93 a	17,72 b	19,14 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores percentuais de raízes longas foram produzidos quando utilizada a flor-de-seda como adubo verde (39,59 %) enquanto que, o solo sem material vegetal proporcionou os menores percentuais desse tipo de raiz (20,83 %), já em relação à produção comercial e produção total de raízes, pode-se verificar que o solo sem material vegetal acarretou nas menores produções, 17,72 e 19,14 t ha⁻¹ respectivamente (Tabela 7).

Essa maior produção de raízes comerciais e totais associadas ao uso dos materiais vegetais quando comparado ao solo sem a adição de matéria orgânica, estar relacionada principalmente ao maior suprimento nutricional fornecido pela incorporação de materiais vegetais ao solo (Tabelas 1 e 2), além disso, essa técnica melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, uma vez que o uso de adubos verdes apresentam efeitos condicionadores e aumentam a capacidade do solo em armazenar nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, resultando, assim, em maior produtividade de raízes (OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013).

3.3 ANÁLISE CONJUNTA

Não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados, a solarização e as épocas de plantio, em nenhum dos seus níveis, para a altura de plantas, número de hastes por planta, massa fresca e seca de parte aérea e massa fresca e seca de raiz.

Com relação às épocas de realização dos experimentos observou-se diferença significativa para altura de plantas, número de hastes por planta e massa fresca de raiz,

em que os maiores valores foram obtidos na primeira época de realização do experimento (junho a outubro de 2017), respectivamente 32,11 cm, 9 hastes por planta e 1.756,37 g (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios da análise conjunta de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Épocas	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Primeira Época	32,11 a	9 a	562,00 a	105,04 a	1756,37 a	158,23 a
Segunda Época	28,93 b	8 b	544,62 a	99,40 a	1325,00 b	156,61 a
Solarização						
Solarizado	30,58 a	9 a	549,12 a	101,82 a	1524,25 a	155,50 a
Não solarizado	30,45 a	9 a	557,50 a	102,62 a	1557,12 a	159,34 a
Materiais Vegetais						
Jitirana	32,02 a	9 a	614,06 a	111,93 a	1656,25 a	178,54 a
Flor-de-seda	29,90 a	9 a	531,56 ab	100,52 ab	1573,12 ab	159,86 ab
Mamona	30,26 a	9 a	600,00 a	111,74 a	1593,12 a	168,51 a
Repolho	30,78 a	9 a	552,81 ab	101,23 ab	1540,93 ab	149,06 ab
Solo sem material vegetal	29,64 a	9 a	468,12 b	85,68 b	1340,00 b	131,13 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Quanto ao efeito da solarização, verificou-se que não houve diferença significativa para nenhuma dessas características analisadas (Tabela 6). Entretanto, sabe-se que o efeito característico do uso da solarização é sobre o controle de patógenos habitantes no solo, principalmente fungos, bactérias e nematoides, e não sobre as características de produção de hortaliças.

Já com relação aos materiais vegetais incorporados ao solo, verificou-se diferença significativa entre os adubos verdes na massa fresca e seca da parte aérea e da raiz da cenoura, sendo a jitirana e a mamona os que proporcionaram maiores quantidades, enquanto o solo sem material vegetal propiciou menores quantidades (Tabela 6).

Não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados, a solarização e as épocas de plantio para a produção classificada de raízes (longas, médias, curtas e refugo), produção comercial e produção total de raízes de cenoura. Observou-se interação significativa entre os materiais vegetais e a solarização para produção total e comercial, e as raízes de cenoura classificadas como longas e médias (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios da análise conjunta da produção total (PTR), produção comercial (PCR) e produção classificada de raízes em longas e médias de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Materiais vegetais	Solarização	
	PTR (t ha ⁻¹)	
	Solarizado	Não solarizado
Jitirana	30,25 aA	28,62 aA
Flor-de-seda	27,30 aA	28,12 aA
Mamona	29,08 aA	25,21 aB
Repolho	26,61 aA	26,11 aA
Solo sem material vegetal	20,38 bA	25,11 aA
PCR (t ha ⁻¹)		
Jitirana	29,37 aA	27,74 aA
Flor-de-seda	26,99 aA	27,20 aA
Mamona	28,74 aA	24,72 aB
Repolho	25,39 aA	25,20 aA
Solo sem material vegetal	20,36 bB	24,15 aA
Raízes longas (%)		
Jitirana	36,26 aA	41,04 aA
Flor-de-seda	41,27 aA	36,13 abA
Mamona	36,45 aA	23,81 bB
Repolho	34,62 aA	31,12 abA
Solo sem material vegetal	15,32 bB	29,57 abA
Raízes Médias (%)		
Jitirana	53,26 aA	50,55 bA
Flor-de-seda	50,87 aA	51,53 bA
Mamona	52,67 aB	64,29 aA
Repolho	51,71 aA	50,94 bA
Solo sem material vegetal	61,92 aA	55,56 abA
Épocas		
Primeira Época	54,25 a A	53,93 a A
Segunda Época	50,87 a B	58,28 a A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Observando os materiais vegetais sob a solarização, verificou-se quando realizada a solarização que o solo sem material vegetal foi o que promoveu menores percentuais de raízes longas (15,32 %), produção comercial (20,36 t ha⁻¹) e total de raízes (20,38 t ha⁻¹) enquanto os materiais não diferiram estatisticamente entre si.

As menores produções de raízes comerciais e totais observadas quando não houve a adição de matéria orgânica ao solo, estar relacionada principalmente ao menor suprimento nutricional deste solo em comparação à adição de matéria orgânica por meio da incorporação dos materiais vegetais, jitirana, flor-de-seda, mamona e repolho (Tabelas 1 e 2).

Por outro lado, quando o solo foi não solarizado diferença significativa foi observada para as raízes do tipo longas e médias, sendo a mamona o material que

proporcionou menor percentual de raízes longas (23,81 %) e maior percentual de raízes médias (64,29%).

Já analisando o comportamento da solarização em cada material vegetal, verificou-se efeito apenas sobre a incorporação da mamona, em que quando não realizada a solarização, a mamona proporcionou menores percentuais de raízes longas (23,81 %) além de menor produção tanto comercial quanto total, 24,72 t ha⁻¹ e 25,21 t ha⁻¹ respectivamente (Tabela 9).

Verificou-se ainda interação entre as épocas de realização dos experimentos e a solarização apenas para as raízes classificadas como médias (Tabela 9).

Em relação ao comportamento da solarização nas épocas de realização dos experimentos para as raízes classificadas como médias, verificou-se que não houve diferença entre as épocas de realização dos experimentos independente da realização ou não da solarização. Entretanto ao se observar o comportamento da solarização dentro das épocas, verificou-se efeito apenas sobre a segunda época, em que quando realizada a solarização o percentual de raízes médias foi menor, 50,87 % (Tabela 9).

Não foi observada interação significativa entre os materiais vegetais, a solarização e as épocas de plantio para as raízes classificadas como longas, curtas e refugos, produção comercial e produção total de raízes. Também não foi observada interação significativa entre materiais e épocas de plantio (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios da análise conjunta de produção classificada de raízes (longas, curtas e refugo), produção comercial de raízes (PCR) e produção total de raízes (PTR) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Épocas	Produção Classificada de Raízes (%)			PCR (t ha ⁻¹)	PTR (t ha ⁻¹)
	Longas	Curtas	Refugo		
Primeira Época	33,37 a	10,25 a	3,81 a	29,15 a	29,70 a
Segunda Época	31,75 a	6,77 b	5,13 a	22,83 b	23,65 b
Solarização					
Solarizado	.	8,22 a	4,89 a	.	.
Não solarizado	.	8,79 a	4,05 a	.	.
Materiais Vegetais					
Jitirana	.	5,45 b	3,98 a	.	.
Flor-de-seda	.	7,64 ab	2,44 a	.	.
Mamona	.	8,46 ab	2,91 a	.	.
Repolho	.	10,34 a	4,86 a	.	.
Solo sem material vegetal	.	10,65 a	8,15 a	.	.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Quanto às épocas de realização dos experimentos, pode-se observar que as maiores produções totais e comerciais e produção classificada de raízes de cenoura como curtas foram obtidas na primeira época de realização dos experimentos, respectivamente 29,70 t ha⁻¹, 29,15 t ha⁻¹ e 10,25 % (Tabela 10).

As diferenças nas produções das raízes de cenoura entre as épocas de realização dos experimentos pode estar associada principalmente as condições climáticas observadas em cada período, já que segundo Lima et al. (2001), essa hortaliça apresenta maiores produtividades no período de julho a novembro, período que ocorre melhores condições para o cultivo da cenoura (temperatura e precipitação pluviométrica), e de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), foi observada no primeiro período maiores temperaturas, com média de 28 °C, e menor precipitação pluviométrica quando comparado ao segundo período.

Verificou-se que não houve efeito da solarização para as raízes classificadas como curtas e refugo (Tabela 10). Em relação ao efeito da incorporação de materiais vegetais sobre a produção classificada de raízes curtas e refugo observou-se efeito apenas para as raízes classificadas como curtas, sendo a jitrana o que proporcionou menores percentuais desse tipo de raiz (5,45%).

4 CONCLUSÕES

A incorporação dos materiais vegetais ao solo, independente da realização da solarização, proporcionou maiores produções de raízes de cenoura, tendo a adubação verde se mostrado como uma técnica apropriada para a produção de hortaliças visando altas produtividade.

A época de cultivo mais recomendada para a região de Mossoró-RN da cenoura (cultivar Brasília) é de junho a outubro.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.

BUENO, C. J.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. de.; CERZINI, P. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em microcosmo simulando solarização com prévia incorporação de couve (*Brassicae oleracea* var. *acephala* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 356-363, 2004.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA MBB (coord). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p. 1-56, 2. ed., 1993.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município Semi-Árido nordestino. Mossoró: ESAM, 121 p. (Coleção Mossoroense, C.30), 1991.

CRUZ, J. C. S.; SILVA, M. A. Solarização de solos, uma opção para o manejo de culturas na agricultura familiar. **Pesquisa e Tecnologia**, Campinas, v. 3, n. 1, 3 p., 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306 p., 2006.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1, pacote computacional).

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.

FREITAS, A. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; QUEIROGA, R. C. F.; SOUSA, F. Q.; PEREIRA, F. M. Efeito da solarização e materiais orgânicos na incidência de patógenos em mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 3, p. 108-114, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 23 de julho de 2018.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura. Brasília, **Embrapa Hortaliças**, 15 p., 2000.

LIMA, K. S. C.; GROSSI, J. L. S.; LIMA, A. L. S.; ALVES, P. F. M. P.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Efeito da irradiação ionizante γ na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

OLIVEIRA, E. Q.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; BARROS JÚNIOR, A. P. Desempenho agroeconômico do bicultivo de alface em sistema solteiro e consorciado com cenoura. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.22, n.4, p.712-717, 2004.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitirana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed., Piracicaba, Nobel, 468 p., 1990.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA, A. K. H. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.). **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.

SOUZA, A. F.; LOPES, C. A.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; PESSOA, H. B. S. V.; MSQUITA FILHO, M. V.; FONTES, R. R.; MAROUELLI, W. A.; PEREIRA, W. Cenoura (*Daucus carota*). Embrapa Hortaliças, sistemas de produção, v. 5, 2008.

CAPÍTULO III

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO

RESUMO

COSTA, Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo. **QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA CENOURA PRODUZIDA SOB A ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO**, 2019. 21 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

A cenoura é uma importante fonte de nutrientes como cálcio, sódio, ferro e potássio, além de vitaminas do complexo B, betacaroteno e vitamina C. Fatores genéticos e condições de cultivo como épocas de plantio, temperatura durante a estação de crescimento da cultura além da fertilização podem afetar consideravelmente a composição química das raízes. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade pós-colheita da cenoura sob o efeito da associação de materiais vegetais incorporados ao solo (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo. O trabalho foi conduzido em duas épocas (de junho a outubro de 2017; e de setembro de 2017 a janeiro de 2018) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente a UFERSA. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas corresponderam ao efeito da solarização (solo solarizado e não solarizado) e as subparcelas, aos materiais vegetais utilizados (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal). As amostras de raízes de cenouras colhidas aos 95 DAP foram encaminhadas para o Laboratório de Pós-colheita da UFERSA onde foram realizadas as seguintes análises pós-colheita: firmeza; sólidos solúveis (SS); vitamina C; potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e betacaroteno. Na primeira época, foi observado interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização para sólidos solúveis, acidez titulável, pH e vitamina C, enquanto que na segunda época, apenas para acidez titulável. Observou-se efeito significativo da solarização apenas para o teor de betacaroteno nas duas épocas de realização dos experimentos. Entre os materiais vegetais, na primeira época, a jitirana apresentou os menores teores de sólidos solúveis (8,85 %) e acidez titulável (2,33

mEq/100g), além do solo sem material vegetal ter proporcionado também o menor teor de acidez titulável (1,99 mEq/100g) quando o solo foi solarizado. Já na segunda época, a jitrana proporcionou maior teor de acidez titulável quando realizada a solarização, 2,91 mEq/100g, enquanto o solo sem material vegetal a menor quantidade, 2,50 mEq/100g. Quanto às épocas de realização dos experimentos, pode-se observar que os maiores valores de firmeza, pH e vitamina C foram obtidos na primeira época de realização dos experimentos, respectivamente 140,18 N, 6,06 e 3,52 mg/100g. Assim, o uso da solarização do solo independentemente do tipo de adubo verde incorporado mostrou-se como o manejo adequado para a obtenção de raízes de cenoura (cultivar Brasília) com melhor qualidade pós-colheita. A época de cultivo de cenoura (cultivar Brasília) mais recomendada para a região semiárida é de junho a outubro.

Palavras-chave: Betacaroteno; Materiais vegetais; Sólidos solúveis; Solarização.

ABSTRACT

COSTA, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo. **POST-HARVEST QUALITY OF CARROTS UNDER GREEN FERTILIZER ASSOCIATED WITH SOLARIZATION**, 2019. 21 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

Carrots are an important source of nutrients such as calcium, sodium, iron and potassium, as well as B-complex vitamins, beta-carotene and vitamin C. Genetic factors and planting conditions such as planting time, temperature during the growing season of the crop, besides fertilization, can considerably affect the chemical composition of the roots. Therefore, the objective of this work was to evaluate the postharvest quality of carrot under the effect of the association of soil-incorporated plant material (jitirana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material) with soil solarization. The work was conducted in two seasons (from June to October 2017; and from September 2017 to January 2018) at Rafael Fernandes Experimental Farm, belonging to UFERSA. A randomized block design was used with the treatments arranged in a split plot scheme with four replications. The plots corresponded to the effect of solarization (solarized and non-solarized soil) and the subplots corresponded to the plant materials used (jitirana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material). Carrot root samples collected at 95 DAP were sent to the UFERSA Postharvest Laboratory, where the following postharvest analyzes were performed: firmness; soluble solids (SS); Vitamin C; hydrogen potential (pH), titratable acidity (TA) and beta-carotene. In the first season, significant interaction was observed among the plant materials used and solarization for soluble solids, titratable acidity, pH and vitamin C, while in the second season, only for titratable acidity. Significant solarization effect was observed only for beta-carotene content in the two seasons of the experiments. Among the plant materials, in the first season, jitirana presented the lowest soluble solids content (8.85%) and titratable acidity (2.33 mEq/100g), besides the soil without vegetal material also provided the lowest acidity titratable content (1.99 mEq/100g) when the soil was solarized. In the second season, jitirana provided the highest titratable acidity when solarization was performed, 2.91 mEq/100g, while the soil without the lowest amount, 2.50 mEq/100g. As for the times of the experiments, it can be observed that the highest values of firmness, pH and vitamin C were obtained in the first time of the experiments, respectively 140.18 N, 6.06 and 3.52 mg/100g. Thus, the use of soil solarization,

regardless of the type of green manure incorporated, showed to be the appropriate management to obtain carrot roots (cultivar Brasília) with better postharvest quality. The most recommended carrot growing season for the semiarid region is from June to October.

Keywords: Beta carotene; Plant materials; Soluble solids; Solarization.

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é considerada no Brasil a hortaliça de raiz tuberosa comestível de maior valor econômico, sendo cultivada em todo território nacional (LACERDA, 2014). Além disso, essa hortaliça constitui em uma importante fonte de nutrientes por apresentar elevados teores de vitamina A (12.000,00 UI 100 g⁻¹), ser fonte de cálcio (27,00 mg 100 g⁻¹), sódio (35,00 mg 100 g⁻¹), ferro (0,50 mg 100 g⁻¹) e potássio (323,00 mg 100 g⁻¹), bem como de carotenoides (6,00 a 12,00 mg 100 g⁻¹) e vitamina C (9,00 mg 100 g⁻¹) (LUENGO et al., 2011; BEZERRA NETO et al., 2014; RESENDE et al., 2014).

O uso da adubação verde apresenta papel importante no desenvolvimento de uma produção hortícola voltada para o máximo aproveitamento e uso dos recursos disponíveis, em virtude do aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas, proteção do solo contra erosão e favorecimento de organismos benéficos para a agricultura (LINHARES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013; BEZERRA NETO et al., 2014).

A cenoura é suscetível à diversas doenças causadas por patógenos habitantes do solo, principalmente o tombamento de plântulas ocasionadas por fungos (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani* Kühn) e bactérias (*Xanthomonas compestris* pv. *Carotae* (Kendrick) Dye), podridão de raízes (*Sclerotium rolfsii* Sacc.), além da ocorrência de nematoides (*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid E White) Chitwood (MATOS et al., 2011). Assim, a solarização, através da cobertura do solo, preferencialmente úmido, em pré-plantio com um filme plástico transparente, durante o período de maior radiação solar, é considerada a principal forma de controle de patógenos habitantes dos solo, em que a ocorrência destes no campo, especialmente de fungos, bactérias e nematoides, podem prejudicar a produtividade das hortaliças (GHINI, 2001).

A associação da incorporação de material vegetal com a solarização do solo vem se mostrando uma técnica viável na produção de hortaliças, pois, além de permitir o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente (AMBRÓSIO et al., 2008), melhora também características agrônômicas das plantas cultivadas (FREITAS et al., 2009), obtendo, assim, maiores produtividades das hortaliças. Entretanto, são bastante escassas as pesquisas englobando a associação da prática da solarização do solo com a realização da adubação verde sobre a qualidade pós-colheita de hortaliças, especialmente da cenoura.

Diante disso, será que a incorporação de espécies espontâneas além permitir a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento de hortaliças, permite ainda o controle de patógenos habitantes do solo? Além disso, o uso do repolho e da mamona (*Ricinus communis* L.), além de permitirem a inativação de inóculo de vários patógenos, através da liberação de compostos tóxicos por meio da sua decomposição, permite ainda quando usado como adubo verde, a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas? E com relação a solarização do solo, será que essa técnica além de permitir o controle de patógenos habitantes no solo influencia na qualidade pós-colheita de cenoura?

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita da cenoura sob o efeito da associação de materiais vegetais incorporados ao solo (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada no distrito de Lagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró (5°11' S e 37°20' W, 18 m de altitude), cujo solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico distrófico (EMBRAPA, 2006). O clima dessa região de acordo com Köppen é "BSwh", seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e outra chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991).

O estudo foi realizado em duas épocas, sendo a primeira no período de junho a outubro de 2017, e a segunda de setembro de 2017 a janeiro de 2018. Durante as realizações dos experimentos foram observadas variações em temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica conforme pode ser observado na Figura 1.

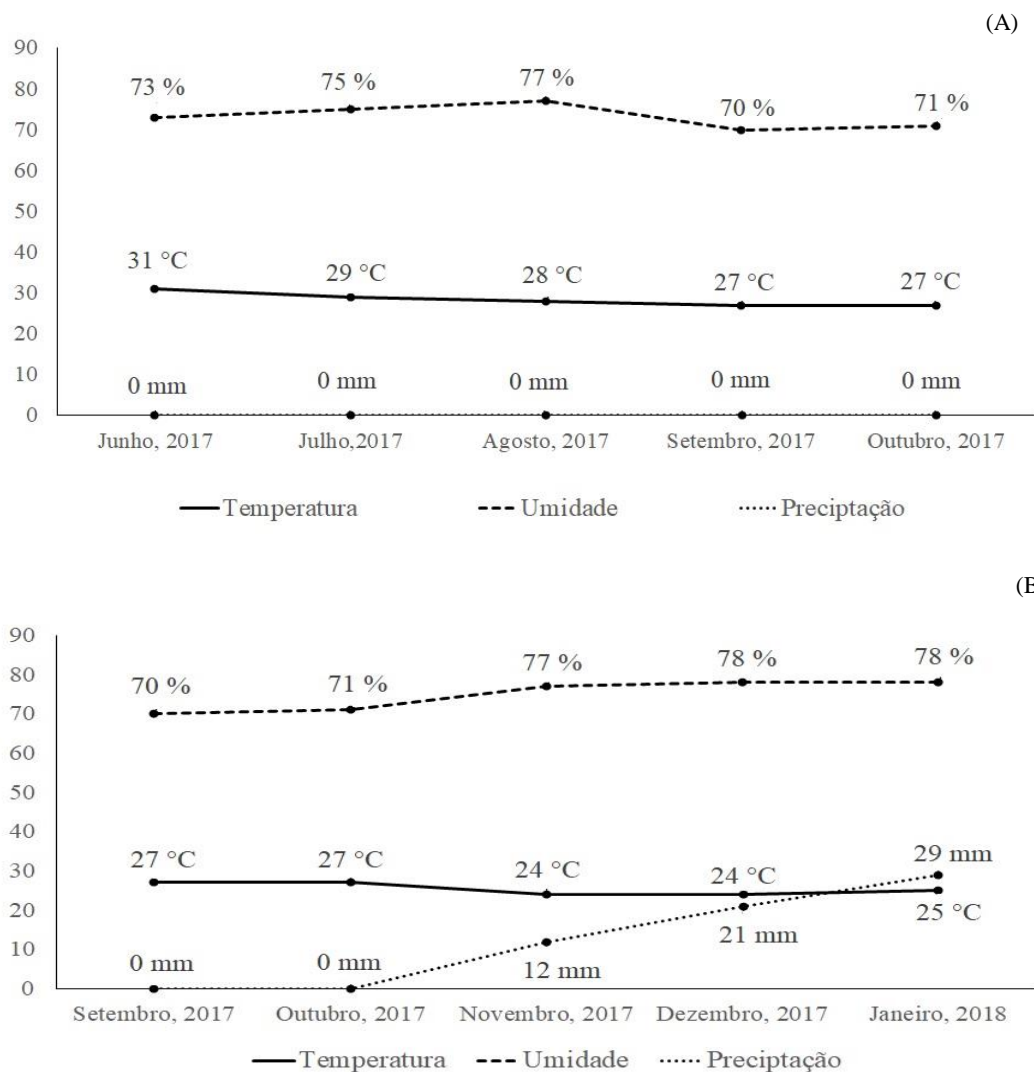


Figura 1: Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019.

(A) – Médias dos dados climáticos na primeira época (junho a outubro de 2017). (B) Médias dos dados climáticos na segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Foram coletadas, em cada época de realização dos experimentos, amostras de solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, cujos resultados das análises químicas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.

EP	N	pH	CE	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	CTC	PST
	g/kg	(água)	dS/m	g/kg		mg/dm ³				cmolc/dm ³			%
1 ^a	0,42	7,70	0,10	4,10	36,4	88,5	10,0	2,80	0,90	3,97	3,97	3,97	1
2 ^a	0,42	7,70	0,14	4,10	29,4	84,5	23,0	2,50	0,60	3,42	3,42	3,42	3

*EP = Épocas de produção. 1^a = Primeira época - junho a outubro de 2017. 2^a = Segunda época - setembro de 2017 a janeiro de 2018. CE = condutividade elétrica do extrato solo água. MO = matéria orgânica. SB = saturação de bases. t = CTC efetiva. CTC = capacidade de troca catiônica do solo. PST = percentagem de sódio trocável.

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas corresponderam ao efeito da solarização (solo solarizado e não solarizado) e as subparcelas, os materiais vegetais utilizados para a adubação verde (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal).

Cada parcela experimental foi constituída por seis fileiras, apresentando uma área total de 1,44 m², com área útil de 0,80 m². Sendo consideradas como área útil, as plantas das linhas centrais, excluindo-se a primeira e a última planta de cada linha e as bordaduras. As fileiras foram espaçadas entre si de 0,20 m, e dentro da linha de 0,10 m entre plantas (Figura 2).

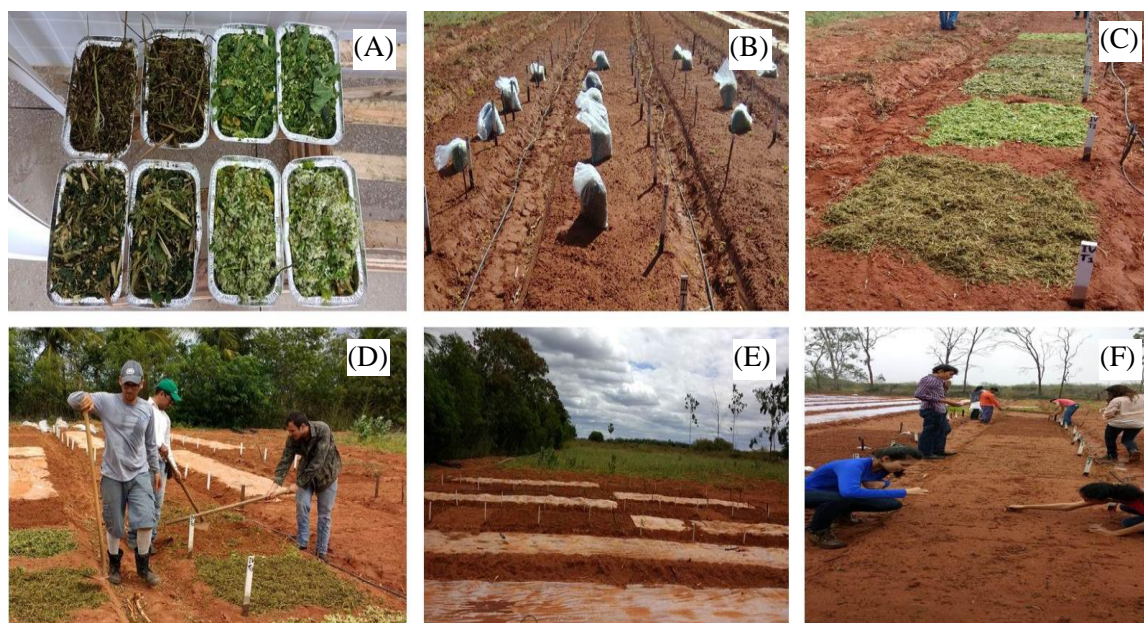


Figura 2: Instalação do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no distrito de Lagoinha. Mossoró, RN, 2018. (A) - Materiais vegetais triturados; (B) e (C) – Distribuição dos materiais vegetais nas subparcelas; (D) – Incorporação dos materiais vegetais ao solo; (E) – Disposição dos tratamentos na área experimental; (F) – Plantio da cenoura cv. Brasília.

Inicialmente realizou-se o preparo do solo da área experimental através de uma gradagem seguida do levantamento dos canteiros com auxílio de um encanteirador.

Foram utilizados como materiais vegetais, jitirana, flor-de-seda, mamona e repolho, utilizando-se 30 t ha⁻¹ de massa fresca de cada material vegetal conforme proposto por Ambrósio et al. (2008), pois como nosso trabalho apresenta o intuito de avaliar também o efeito da associação da incorporação de materiais vegetais ao solo com a solarização sobre a microbiota do solo e controle de patógenos habitantes no solo há a exigência em se utilizar os materiais em base fresca além de padronizar a

quantidade de material vegetal a ser incorporado ao solo. Ressalta-se que o uso do repolho como adubo verde foi em virtude de que a incorporação deste ao solo quando associado a solarização, é tido como referencial para o controle de patógenos habitantes do solo.

Os valores referentes às análises químicas desses materiais vegetais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo.

Materiais Vegetais	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
	g/kg					mg/kg				
Jitirana	14,9	1,08	23,6	14,33	1,82	137	12	47	23,0	399
Flor-de-seda	0,9	2,47	36,9	8,08	5,22	189	24	33	26,3	2890
Mamona	12,3	1,52	24,6	20,88	5,05	166	17	57	16,2	598
Repolho	27,6	3,42	36,9	16,57	3,07	636	23	41	10,4	2193

Os materiais vegetais foram coletados na UFERSA na cidade de Mossoró-RN bem como em áreas adjacentes, exceto o repolho que foi adquirido comercialmente, em virtude de que não foi possível adquirir restos da produção desse material vegetal em áreas de cultivo dessa brássica na região de Mossoró. Foi realizada a solarização e incorporação do material vegetal ao solo durante 30 dias, em cada época de avaliação (primeira época: 26/06/2017 – 26/07/2017; segunda época: 04/09/2017 – 04/10/2017), e após esse período foi realizado o plantio utilizando de 4 a 5 sementes por cova da cultivar Brasília.

O sistema de irrigação empregado foi o de microaspersão, com a cultura conduzida em capacidade do campo. Além disso, durante a condução dos experimentos foram realizados capinas manuais no controle de plantas daninhas.

Realizou-se o desbaste 25 dias após o plantio, (primeira época – agosto de 2017; segunda época – outubro de 2017) deixando apenas uma planta por cova, resultando em uma população de 500.000 plantas por hectare, densidade recomendada para a região (OLIVEIRA et al., 2004).

A colheita da cenoura ocorreu aos 95 dias após o plantio, em ambas as épocas de avaliações (primeira época: outubro de 2017; segunda época: janeiro de 2018), quando foi observado o amarelecimento e secamento das folhas mais velhas e o arqueamento para baixo das folhas mais novas (SOUZA et al., 2008). Uma amostra de cinco das raízes coletadas na área útil foi encaminhada para o Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da UFERSA, onde foram lavadas em água corrente, colocadas sobre papel toalha para secagem, e em seguida serem

realizadas as seguintes características de pós-colheitas: firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, pH e betacaroteno.

Firmeza, foi realizada como o auxílio de penetrômetro (McCormick FT327) com plunger de ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro na posição mediana das raízes, sendo realizadas duas leituras por cenoura, tendo os resultados obtidos em libras força (lbf) e convertidos a Newton (N) pelo fator de conversão 4,45.

Após a medição da firmeza, foi realizada o processamento das raízes (cortadas e trituradas em multiprocessador para obtenção dos sucos) para a realização das demais características físico-química analisadas.

Os sólidos solúveis foram obtidos utilizando-se um refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd, Japan), e os resultados expressos em percentagem (%).

A acidez titulável (AT) foi determinada através da titulação de uma alíquota de 1,0 g de polpa homogeneizada, com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada, com os resultados expressos em mEq/100g. A vitamina C foi realizada por titulação com DFI (2,6 diclorofenol-indofenol 0,02%) e expresso em mg de ácido ascórbico por 100g.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado, no suco, através de potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed, calibrado em solução tampão de pH 4,0 e 7,0.

O teor de betacaroteno foi determinado pelo uso de espectrofotômetro em quatro comprimentos de onda (663, 645, 505 e 453 nm) conforme a metodologia de Nagata; Yamashita (1992), na qual amostras de 1mL do extrato foram colocadas em Becker com 10 mL da mistura de acetona p.a. com hexano p.a., e em seguida homogeneizadas por 30 segundos. Além disso, utilizou-se a seguinte fórmula para cálculo do teor de β -caroteno (NAGATA; YAMASHITA, 1992):

$$\beta\text{-caroteno (mg/100mL)} = 0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Uma análise conjunta foi realizada envolvendo as duas épocas de plantio, desde que a relação entre o maior e menor quadrado médio residual de cada característica tenha sido menor que sete, condição necessária para realização desse tipo de análise (PIMENTEL GOMES, 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRIMEIRA ÉPOCA

Das características pós-colheita avaliadas, observou-se interação significativa entre os materiais vegetais e a solarização apenas para os sólidos solúveis, acidez titulável, pH e vitamina C. Observando os materiais vegetais dentro da solarização, verificou-se que quando realizado a solarização, não houve diferença entre os materiais utilizados para sólidos solúveis e o pH, enquanto que para acidez titulável, a mamona e o repolho foram os que promoveram maiores quantidades (2,73 e 2,75 mEq/100 g respectivamente), sendo o solo sem material vegetal, responsável pela menor quantidade (1,99 mEq/100 g), enquanto que para a vitamina C, a mamona e o solo sem material vegetal foram os que proporcionaram menores quantidades, respectivamente 3,15 e 2,86 mg/100g. Entretanto, quando não realizado a solarização a jitirana foi a que promoveu maiores teores de SS (12,82 %), pH (6,16) e vitamina C (3,74 mg/100g) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e vitamina C (Vit C) em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização							
	SS (%)		AT (mEq/100g)		pH		Vit C (mg/100g)	
	SOL	NSOL	SOL	NSOL	SOL	NSOL	SOL	NSOL
Jitirana	8,85 aB	12,82 aA	2,33 bB	2,78 bA	6,06 aA	6,16 aA	3,87 aA	3,74 aA
Flor-de-seda	8,72 aA	9,57 bA	2,33 bA	2,43 cA	6,03 aA	5,88 bA	4,37 aA	3,35 abB
Mamona	9,40 aA	8,65 bA	2,73 aA	2,60 bcA	6,13 aA	5,87 bB	3,15 bA	3,50 bA
Repolho	8,22 aA	8,72 bA	2,75 aA	2,68 bcA	5,98 aB	6,08abA	4,02 aA	3,26 abB
Solo sem material vegetal	8,82 aA	9,77 bA	1,99 cB	3,03 aA	6,10 aA	6,09 abA	2,86 bA	2,95 cA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SOL = Solarizado. NSOL = Não solarizado.

Já em relação ao comportamento da solarização em cada material vegetal, verificou-se que a jitirana apresentou, quando solarizado, menores teores de sólidos solúveis (8,85 %) e acidez titulável (2,33 mEq/100g), além do solo sem material vegetal ter proporcionado também o menor teor de acidez titulável (1,99 mEq/100g) quando o solo foi solarizado com esse material vegetal; a mamona diferiu apenas quanto o pH, sendo este maior quando o material vegetal foi solarizado (6,13), oposto ao que ocorreu com o repolho (5,98); enquanto o solo sem material vegetal diferiu apenas quanto a AT, sendo esta maior (3,03 mEq/100g) quando não solarizado.

Os resultados de sólidos solúveis obtidos nesse trabalho corroboram com a média de açúcares solúveis comumente encontrada em cultivares do tipo Brasília, já que de acordo com Lana; Vieira (2000), o teor de açúcares solúvel nessas cultivares varia de 4,5 a 12,5 %, variando de acordo com as condições de cultivo e época de colheita. Alves et al. (2010), avaliando a qualidade de cultivares de cenoura em diferentes densidades populacionais observaram teor de sólidos solúveis para cultivar Brasília de 8,3 % valor semelhante aos observados nesse presente trabalho quando realizado a solarização.

Em relação ao efeito da solarização do solo sobre a firmeza e o teor de betacaroteno nas raízes de cenoura, verificou-se efeito apenas sobre o teor de betacaroteno no qual maior teor obtido quando realizada a solarização (0,86 mg/100mL) (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de firmeza e betacaroteno (Beta) em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Firmeza (N)	Beta (mg/100mL)
Solarizado	139,31 a	0,86 a
Não solarizado	141,04 a	0,79 b
Materiais Vegetais		
Jitirana	141,26 a	0,84 b
Flor-de-seda	142,11 a	0,90 a
Mamona	134,43 a	0,91 a
Repolho	140,16 a	0,82 b
Solo sem material vegetal	142,73 a	0,66 c

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já em relação ao efeito da incorporação dos materiais vegetais sobre a firmeza e o teor de betacaroteno nas raízes de cenoura, observamos que esta influenciou apenas o teor de betacaroteno sendo o maior obtido quando utilizada a flor-de-seda e a mamona, respectivamente 0,90 e 0,91 mg/100mL (Tabela 4).

Os carotenoides, especialmente betacaroteno, presentes na cenoura apresentam atividade pró-vitamina A, constituindo-se em uma das principais fontes desta vitamina para a população (SPAGNOL et al., 2006; FIGUEIREDO NETO et al., 2010). Bezerra Neto et al. (2006), verificaram teores de betacarotenos em raízes de cenoura cv. Brasília inferiores (variando de 0,20 a 0,23 mg/100mL) aos observados nesse trabalho. O conteúdo de carotenoides, como o betacaroteno, em cenoura varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da raiz (HENONEN, 1990), clima e local de produção (GROSS, 1991)

3.2 SEGUNDA ÉPOCA

Interação significativa foi verificada entre os materiais vegetais utilizados e a solarização apenas para acidez titulável. Observando os materiais vegetais sob a solarização, verificou-se que quando realizado a solarização, a jitirana proporcionou maior acidez titulável (2,91 mEq/100g), sendo o solo sem material vegetal, responsável pela menor quantidade (2,50 mEq/100g). Entretanto, quando não realizado a solarização, não foi observada diferença significativa entre os materiais vegetais incorporados e o solo sem material vegetal (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de acidez titulável (AT) da cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização	
	AT (mEq/100g)	
	Solarizado	Não solarizado
Jitirana	2,91 aA	2,63 aB
Flor-de-seda	2,80 abA	2,60 aA
Mamona	2,78 abA	2,73 aA
Repolho	2,68 abA	2,86 aA
Solo sem material vegetal	2,50 bB	2,83 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já em relação ao comportamento da solarização sobre cada material vegetal, verificou-se efeito apenas sobre a jitirana que apresentou maior teor de acidez titulável quando o solo foi solarizado com esse material vegetal (2,91 mEq/100g), e sobre o solo sem material vegetal, que proporcionou o menor teor de acidez titulável (2,50 mEq/100g) quando solarizado (Tabela 5).

Quanto ao efeito da solarização do solo sobre a firmeza, sólidos solúveis, pH, vitamina C e betacaroteno, verificou-se que este influenciou apenas o teor de betacaroteno presentes nas raízes de cenoura, sendo obtido maior teor quando realizada a solarização, 1,03 mg/100mL (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de firmeza, sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Firmeza (N)	SS (%)	pH	Vit C (mg/100g)	Beta (mg/100mL)
Solarizado	102,91 a	9,44 a	5,94 a	3,28 a	1,03 a
Não solarizado	104,84 a	9,05 a	5,95 a	3,20 a	0,89 b
Materiais Vegetais					
Jitirana	102,40 a	9,21 a	5,95 a	3,24 a	1,04 a
Flor-de-seda	102,00 a	9,37 a	5,92 a	3,46 a	1,01 a
Mamona	107,48 a	9,45 a	5,96 a	3,37 a	0,95 a
Repolho	105,38 a	9,40 a	5,97 a	3,15 a	0,99 a
Solo sem material vegetal	102,11 a	8,78 a	5,93 a	3,12 a	0,79 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No referente ao efeito da incorporação dos materiais vegetais sobre a firmeza, sólidos solúveis, pH, vitamina C e betacaroteno verificou-se que esta influenciou apenas o teor de betacaroteno, sendo o menor obtido quando não incorporado nenhum material vegetal ao solo (0,79 mg/100mL).

Ferreira et al. (2010) avaliando a qualidade pós-colheita de cenoura em cultivo solteiro e consorciado, verificou que a forma de cultivo não influenciou sobre a firmeza da cenoura, obtendo no cultivo solteiro, firmeza de 166,68 N.

Valores semelhantes de pH, obtidos nas duas épocas de realização dos experimentos, tem sido observado por outras pesquisas em cultivares de cenoura (LIMA et al., 2001; FERREIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2011). Lima et al. (2001) verificaram pH em raízes de cultivar de cenoura Nantes variando de 5,87 a 6,15. Ferreira et al. (2010) avaliando a qualidade pós-colheita de cenoura cv. Brasília, verificaram valores de pH variando de 6,18 a 6,26, enquanto que Ferreira et al., (2011) observaram pH em raízes de cenoura também Brasília de 6,26.

Além disso, essa característica da cenoura apresentar pH pouco ácido (pH acima de 4,5), requer maior controle no processo de pós-colheita, devido a possibilidade de crescimento de bactérias formadoras de esporos que produzem toxinas causadoras de intoxicação alimentar (LIMA et al., 2001; ALVES et al., 2010).

3.3 ANÁLISE CONJUNTA

Não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados, a solarização e a época de realização de plantio para firmeza, potencial hidrogeniônico, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C e betacaroteno. Verificou-se ainda

interação entre incorporação de materiais vegetais e a solarização, exceto para firmeza e betacaroteno (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios da análise conjunta de potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e vitamina C (Vit C) de raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização							
	pH		SS (%)		AT (mEq/100g)		Vit C (mg/100g)	
	SOL	NSOL	SOL	NSOL	SOL	NSOL	SOL	NSOL
Jitirana	5,99 aA	6,07 aA	9,23 aB	10,81 aA	2,84 aA	2,48 cB	4,12 aA	3,55 aB
Flor-de-seda	5,96 aA	5,97 bA	9,18 aA	9,33 bA	2,56 bA	2,51 cA	3,36 bA	3,40 aA
Mamona	6,04 aA	5,96 bB	9,50 aA	8,97 bA	2,75 aA	2,66 bcA	3,30 bA	3,43 aA
Repolho	5,98 aA	6,04 aA	8,95 aA	8,92 bA	2,71 aA	2,77 bA	3,54 bA	3,20 abB
Solo sem material vegetal	6,02 aA	6,05 aA	8,73 aA	9,35 bA	2,25 cB	2,93 aA	3,01 bA	2,86 bA
Épocas								
Primeira Época	.	.	8,80 bB	9,44 aA	.	.	.	.
Segunda Época	.	.	9,91 aA	9,05 bB	.	.	.	.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SOL = Solarizado. NSOL = Não solarizado. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Observando os materiais vegetais sob a solarização, verificou-se quando realizado a solarização que não houve diferença entre os materiais vegetais utilizados para o pH e sólidos solúveis, enquanto que para acidez titulável e a vitamina C a jitirana proporcionou os maiores valores, 2,84 mEq/100g e 4,12 mg/100g respectivamente.

Já em relação ao comportamento da solarização em cada material vegetal, verificou-se efeito sobre a incorporação da jitirana em relação ao teor de sólidos solúveis e acidez titulável, sendo que menores teores de sólidos solúveis (9,23 %) foram obtidos quando solarizada, e menor acidez titulável (2,48 mEq/100g) quando não solarizada. (Tabela 7). Sobre a incorporação da mamona, a solarização do solo influenciou apenas o pH, sendo o maior obtido quando solarizada (6,04).

Além disso, efeito significativo da interação entre as épocas de realização dos experimentos e a solarização que houve apenas para sólidos solúveis (Tabela 7). Em relação ao comportamento da solarização dentro das épocas de realização dos experimentos para sólidos solúveis, verificou-se que quando realizada a solarização a segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018) apresentou maior teor de sólidos solúveis (9,91 %), entretanto ao observar o comportamento das épocas sob a

solarização, verificou-se que na primeira época, o teor de sólidos solúveis foi maior quando não realizado a solarização, contrário ao que ocorreu na segunda época.

Quanto às épocas de realização dos experimentos, pode-se observar que os maiores valores de firmeza, pH e vitamina C foram obtidos na primeira época de realização dos experimentos (junho a outubro de 2017), respectivamente 140,18 N, 6,06 e 3,52 mg/100g, enquanto que betacaroteno e acidez titulável foram obtidos maiores valores na segunda época, respectivamente 0,96 mg/100mL e 2,73 mEq/100g (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios da análise conjunta de firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) de raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Épocas	Firmeza (N)	pH	AT (mEq/100g)	Vit C (mg/100g)	Beta (mg/100mL)
Primeira época	140,18 a	6,06 a	2,56 b	3,52 a	0,83 b
Segunda época	103,87 b	5,95 b	2,73 a	3,24 b	0,96 a
Solarização					
Solarizado	121,11 a	.	.	.	0,95 a
Não solarizado	122,94 a	.	.	.	0,84 b
Materiais vegetais					
Jitirana	121,93 a	.	.	.	0,94 a
Flor-de-seda	122,42 a	.	.	.	0,95 a
Mamona	120,96 a	.	.	.	0,93 a
Repolho	122,77 a	.	.	.	0,90 a
Solo sem material vegetal	122,42 a	.	.	.	0,72 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Paoletti et al. (2012) quando avaliaram a qualidade pós-colheita de cenoura sob sistemas de cultivo (convencional e orgânico) em duas safras (2007 e 2008) verificaram maiores quantidades tanto de acidez titulável quanto de betacaroteno na safra de 2008, o que está relacionada à fatores relacionados ao clima, como temperatura, precipitação, intensidade de luz e duração do dia. Apesar da quantidade de betacaroteno presentes nas hortaliças ser uma característica genética, condições de baixas temperaturas pode acarretar em maiores quantidades de betacaroteno (ROSENFELD et al., 1998; SCHALLER; SCHNITZLER, 2000), o que pode ter ocorrido no presente trabalho, já que na primeira época foi observada temperatura média de 28 °C enquanto que na segundo a temperatura foi menor, em média 25 °C, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia.

Verificou-se ainda em relação à solarização, houve diferença significativa entre os tratamentos, para a característica betacaroteno, sendo o maior teor obtido quando realizado a solarização do solo (0,95 mg/100mL), já com relação aos materiais vegetais

incorporados ao solo, verificou-se que não houve diferença significativa para a firmeza das raízes de cenoura, enquanto que para o teor de betacaroteno, o solo sem material vegetal proporcionou menor quantidade, 0,72 mg/100mL (Tabela 8).

4 CONCLUSÕES

O uso da solarização do solo independentemente do tipo de adubo verde incorporado mostrou-se como o manejo adequado para a obtenção de raízes de cenoura (cultivar Brasília) com melhor qualidade pós-colheita;

A época de cultivo de cenoura (cultivar Brasília) mais recomendada para a região semiárida é de junho a outubro.

REFERÊNCIAS

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 cenouras em diferentes densidades populacionais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2. P. 218-233, 2010.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBROSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.

BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, E. O. S.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q. O.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; NUNES, G. H. S. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 476-480, 2006.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município Semi-Árido nordestino. Mossoró: ESAM, 121 p. (Coleção Mossoroense, C.30), 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306 p., 2006.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA. (SISVAR 4.1, pacote computacional), 2000.

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.; GRANGEIRO, L. C. Avaliação da qualidade pós-colheita de cenoura em quatro épocas de colheita. In.: 50^a Congresso Brasileiro de Olericultura, Guarapari, 2010. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2 (Suplemento – CD Rom), 2010.

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

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVEIRA, S. B.; LIMA, M. S.; AMORIM, M. 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.

FREITAS, A. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; QUEIROGA, R. C. F.; SOUSA, F. Q.; PEREIRA, F. M. Efeito da solarização e materiais orgânicos na incidência de patógenos em mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 3, p. 108-114, 2009.

GHINI, R. Solarização do solo. **Embrapa Meio Ambiente**, 4 p., 2001.

GROSS, J. Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids. Imprint: **New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc**, 351 p., 1991.

HENONEN, M. I. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 38, p. 609-612, 1990.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 23 de julho de 2018.

LACERDA, Y. E. R. Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba, 63p. **Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)**, 2014.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura. Brasília, **Embrapa Hortaliças**, 15p, 2000.

LIMA, K. S. C.; GROSSI, J. L. S; LIMA, A. L. S.; ALVES, P. F. M. P; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Efeito da irradiação ionizante γ na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitirana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

LUENGO, R. F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. Tabela de composição nutricional das hortaliças. 2 ed., Brasília, Embrapa Hortaliças, 4 p., 2011.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakk aishi**, Tóquio, v.39, n.10, p. 925-928, 1992.

MATOS, F. A. C.; LOPES, H. R. D.; DIAS, R. L.; ALVES, R. T. Cenoura: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. **SEBRAE**, Série Agricultura Familiar, Coleção passo a passo – Cenoura, 28 p., 2011.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitirana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p.433-439, 2012.

PAOLETTI, F.; RAFFO, A.; KRISTENSEN, H. L.; THORUP-KRISTENSEN, K.; SELJASEN, R.; TORP, T.; BUSSCHER, N.; PLOEGER, A.; KAHL, J. Multi-method comparison of carrot quality from a conventional and three organic cropping systems with increasing levels of nutriente recycling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 92, n. 14, p. 2855-2869, 2012.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed., Piracicaba, Nobel, 468 p., 1990.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 102-106, 2014.

ROSENFELD, H. J.; SAMUELSEN, R. T.; LEA, P. Relationship between physical and chemical characteristics of carrots grown at northern latitudes. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Londres, v.73, n. 2, p. 265–273, 1998.

SCHALLER, R. G.; SCHNITZLER, W. H. Nitrogen nutrition and flavour compounds of carrots (*Daucus carota* L) cultivated in Mitscherlich pots. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 80, n. 1, p. 49–56, 2000.

SOUZA, A. F.; LOPES, C. A.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; PESSOA, H. B. S. V.; MSQUITA FILHO, M. V.; FONTES, R. R.; MAROUELLI, W. A.; PEREIRA, W. Cenoura (*Daucus carota*). Embrapa Hortaliças, sistemas de produção, v. 5, 2008.

SPAGNOL, W. A.; PARK, K. J.; MONTEIRO, J. M. Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.3, p. 552-554, 2006.

CAPÍTULO IV

MICROBIOTA DO SOLO E INCIDÊNCIA DE MELOIDOGINOSE EM CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO

RESUMO

COSTA, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo. **MICROBIOTA DO SOLO E INCIDÊNCIA DE MELOIDOGINOSE EM CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA À SOLARIZAÇÃO**, 2019. 22 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

A associação da incorporação de adubação orgânica ao solo com a solarização propicia aumento da comunidade fúngica e bacteriana do solo, promovendo aumento do desenvolvimento das plantas, já que esses microrganismos são responsáveis pelo processo de decomposição da matéria orgânica, manutenção das condições físico-químicas do solo, além da ciclagem de nutrientes. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a composição microbiológica do solo e a incidência de meloidoginose em cenoura sob efeito da associação de materiais vegetais incorporados (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo. Foi realizado em duas épocas (primeira- junho a outubro de 2017; segunda – setembro de 2017 a janeiro de 2018) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, UFERSA. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas compreenderam ao efeito da solarização (solarizado e não solarizado) e as subparcelas, os materiais vegetais utilizados (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal). Foram realizadas coletas de solo antes e trinta dias após a incorporação dos materiais vegetais ao solo. A análise de comunidades microbiológicas do solo (fungos totais; bactérias totais e bactérias esporulantes) foi realizada no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da UFERSA. Além disso, foi avaliada a incidência de meloidoginose. Houve aumento na quantificação de fungos totais e bactérias totais nas duas épocas de realização dos experimentos, trinta dias após a incorporação dos materiais vegetais. Não houve efeito da solarização sobre as quantidades de fungos

totais, bactérias totais e esporulantes, bem como para incidência de meloidoginose, independente da época de realização do experimento. Na primeira época de realização do experimento, houve efeito da adubação sobre as quantidades de fungos e bactérias esporulantes, sendo a mamona o material que proporcionou maiores quantidades, respectivamente $3,48 \times 10^3$ e $5,11 \times 10^5$ UFC/g de solo, enquanto que na segunda, apenas sobre as bactérias totais, sendo a jitirana e a mamona os materiais que proporcionaram maiores quantidades respectivamente $10,14 \times 10^5$ e $10,31 \times 10^5$ UFC/g de solo. Quanto às épocas de realização dos experimentos, a primeira época proporcionou maiores quantidades de fungos e bactérias totais. Assim, a associação da incorporação da mamona com a solarização do solo proporcionou maiores quantidades de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes. O período de junho a outubro na região semiárida foi o que apresentou maior quantidade de microrganismos e menor incidência de meloidoginose.

Palavras-chave: Microbiologia do solo; Adubação orgânica; Nematoides; Controle físico.

ABSTRACT

COSTA, Jacqueline Alves de Medeiros Araújo. **SOIL MICROBIOT AND MELOIDOGINOSIS INCIDENCE IN CARROTS UNDER GREEN FERTILIZER ASSOCIATED WITH SOLARIZATION**, 2019. 22 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2019.

The association of the incorporation of organic fertilization with the soil with the solarization increases the fungal and bacterial community of the soil, promoting increase of the plants development, since these microorganisms are responsible for the organic matter decomposition process, maintenance of the physicochemical conditions of the soil, in addition to nutrient cycling. Therefore, this work aims to evaluate the microbiological composition of the soil and the incidence of carrot meloidoginosis under the effect of the association of incorporated plant materials (jitirana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material) with solarization of soil. It was held in two seasons (first - June to October 2017; second- September 2017 to January 2018) at Rafael Fernandes Experimental Farm, UFERSA. A randomized block design was used with the treatments arranged in a split plot scheme with four replications. The plots corresponded the effect of solarization (solarized and non-solarized) and the subplots corresponded to the plant materials used (jitirana, silk flower, castor, cabbage and soil without plant material). Soil collections were performed before and thirty days after the incorporation of plant materials into the soil. The analysis of soil microbiological communities (total fungi; total bacteria and sporulant bacteria) was performed at the Laboratory of Microbiology and Phytopathology of the Department of Agronomic and Forest Sciences of UFERSA. In addition, the incidence of myeloid geninosis was evaluated. There was an increase in the quantification of total fungi and total bacteria in the two seasons of the experiments, thirty days after the incorporation of plant materials. There was no effect of solarization on the amount of total fungi, total bacteria and sporulants, as well as on the incidence of myeloidoginosis, regardless of the time of the experiment. In the first season of the experiment, there was effect of fertilization on the amounts of fungi and sporulant bacteria, being the castor bean the material which provided the highest amounts, respectively 3.48×10^3 and 5.11×10^5 CFU/g of soil, while in the second, only on total bacteria, being jitirana and castor bean the materials which provided the highest amounts, 10.14×10^5 and 10.31×10^5 CFU/g of soil, respectively.

As for the times of the experiments, the first season provided larger amounts of fungi and total bacteria. Thus, the association of castor bean incorporation with soil solarization provided higher amounts of total fungi, total bacteria and sporulant bacteria. The period from June to October in the semiarid region presented the highest amount of microorganisms and the lowest incidence of myeloidoginosis.

Keywords: Soil Microbiology; Organic fertilization; Nematodes; Physical control.

1 INTRODUÇÃO

A cenoura, importante Apiaceae cultivada mundialmente, pode ser afetada por diversas doenças causadas por patógenos habitantes do solo, principalmente o tombamento devido a ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* (MATOS et al., 2011). Assim, o uso da associação da incorporação de material vegetal com a solarização do solo é uma técnica bastante promissora, pois além de garantir o controle de diversos patógenos habitantes do solo, propicia aumento da comunidade fúngica e bacteriana do solo, reduzindo os problemas ocasionados por tais patógenos (CRUZ et al., 2005).

A incorporação de material vegetal, principalmente o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), associado à solarização do solo tem se mostrado promissora no controle de patógenos habitantes do solo, pois, além de permitir o controle de vários patógenos que não são inativados pela solarização quando utilizada isoladamente, tem reduzido drasticamente o tempo necessário para esse controle, pois as brássicas, de forma geral, liberam em sua decomposição voláteis ricos em enxofre e compostos ricos em nitrogênio, reduzindo o potencial inóculo de várias doenças causadas por patógenos do solo (BUENO et al., 2004; AMBRÓSIO et al., 2008).

Além disso, estudos que avaliaram o efeito da adubação com espécies espontâneas, jitirana, mata-pasto e flor-de-seda, sobre os atributos de solo-planta e produção da beterraba (*Beta vulgaris* L.) mostraram que não houve efeito dos adubos utilizados sobre os atributos químicos do solo, entretanto houve efeito das espécies utilizadas sobre as comunidades de fungos, actinomicetos e bactérias, em que a adubação com mata-pasto se sobressaiu das demais espécies espontâneas, com respectivamente $2,24 \times 10^3$; $2,12 \times 10^4$ e $3,8 \times 10^6$ UFC/g de solo (BATISTA et al., 2016).

São poucos os estudos que relatam, especialmente em hortaliças como a cenoura, o efeito da associação da adubação verde com a solarização sob o controle de patógenos habitantes do solo, aumento da comunidade e diversidade de microrganismos.

Diante disso, será que a incorporação de espécies espontâneas além permitir a liberação de nutrientes necessários ao desenvolvimento de hortaliças, permite ainda o controle de patógenos habitantes do solo? Além disso, o uso do repolho e da mamona (*Ricinus communis* L.), além de permitirem a inativação de inóculo de vários patógenos, através da liberação de compostos tóxicos por meio da sua decomposição, permite ainda quando usado como adubo verde, a liberação de nutrientes necessários ao

desenvolvimento das culturas? E com relação a solarização do solo, será que essa técnica além de permitir o controle de patógenos habitantes no solo influencia, de forma isolada, na microbiota do solo?

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a composição microbiológica do solo e a incidência de meloidoginose em cenoura sob efeito da associação de materiais vegetais incorporados ao solo (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal) com a solarização do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento em campo foi realizada na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada no distrito de Lagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró (5°11' S e 37°20' W, 18 m de altitude), cujo solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico distrófico (EMBRAPA, 2006), em duas épocas, sendo a primeira no período de junho a outubro de 2017, e a segunda de setembro de 2017 a janeiro de 2018.

O clima dessa região de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e outra chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Durante as realizações dos experimentos foram observadas variações em temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica conforme pode ser observado na Figura 1.

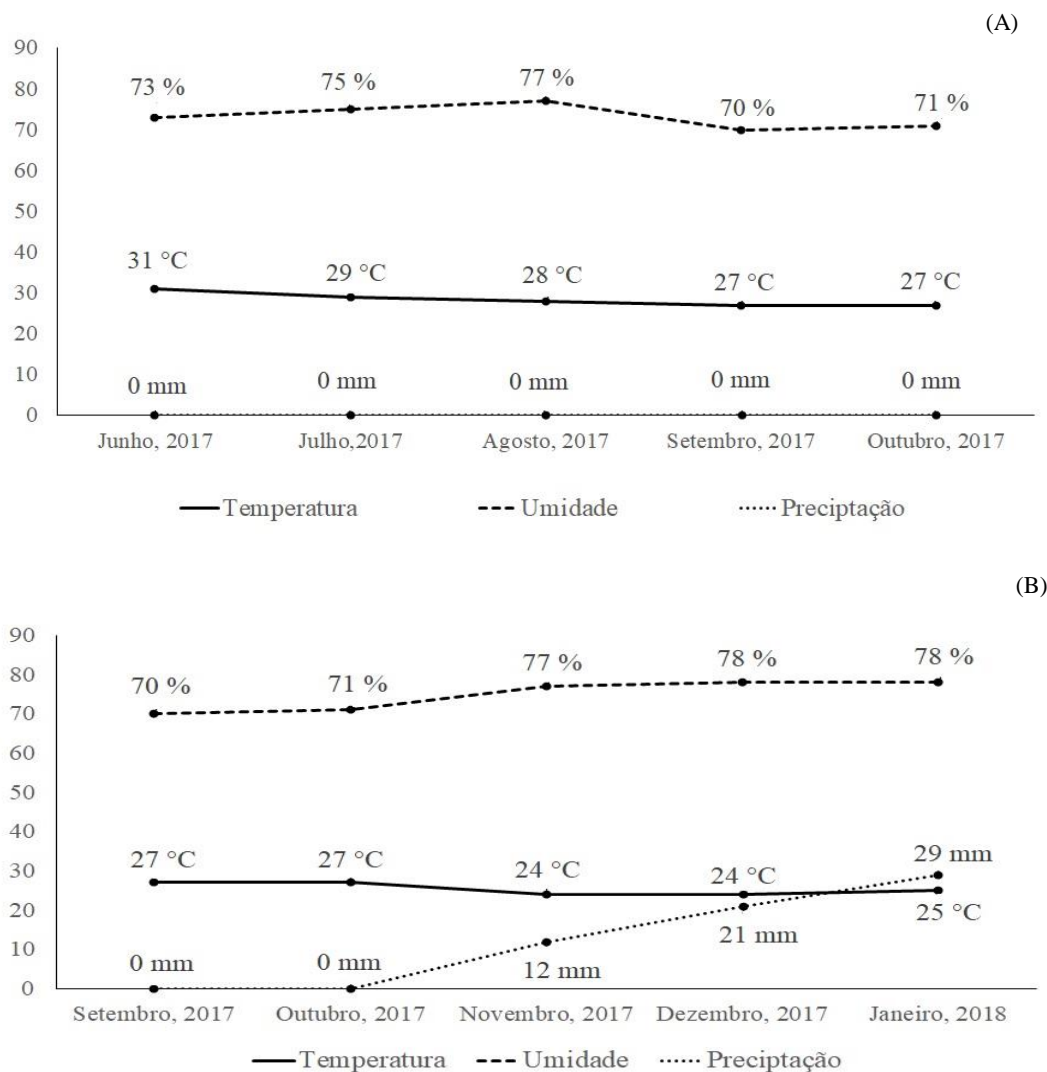


Figura 1: Médias dos dados climatológicos observados em Mossoró-RN com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Mossoró-RN, 2019.

(A) – Médias dos dados climáticos na primeira época (junho a outubro de 2017). (B) Médias dos dados climáticos na segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Foram coletadas, em cada época de realização dos experimentos, amostras de solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, cujos resultados das análises químicas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo nas épocas de realização dos experimentos. Mossoró-RN, 2019.

EP	N	pH	CE	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	CTC	PST
	g/kg	(água)	dS/m	g/kg		mg/dm ³				cmolc/dm ³			%
1 ^a	0,42	7,70	0,10	4,10	36,4	88,5	10,0	2,80	0,90	3,97	3,97	3,97	1
2 ^a	0,42	7,70	0,14	4,10	29,4	84,5	23,0	2,50	0,60	3,42	3,42	3,42	3

*EP = Épocas de produção. 1^a = Primeira época - junho a outubro de 2017. 2^a = Segunda época - setembro de 2017 a janeiro de 2018. CE = condutividade elétrica do extrato solo água. MO = matéria orgânica. SB = saturação de bases. t = CTC efetiva. CTC = capacidade de troca catiônica do solo. PST = percentagem de sódio trocável.

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas corresponderam ao efeito da solarização (solo solarizado e não solarizado) e as subparcelas, os materiais vegetais utilizados para a adubação verde (jitirana, flor-de-seda, mamona, repolho e solo sem material vegetal).

Foram utilizados como materiais vegetais, jitirana, flor-de-seda, mamona e repolho, utilizando-se 30 t ha⁻¹ de massa fresca de cada material vegetal conforme proposto por Ambrósio et al. (2008), pois como nosso trabalho apresenta o intuito de avaliar também o efeito da associação da incorporação de materiais vegetais ao solo com a solarização sobre a microbiota do solo e controle de patógenos habitantes no solo há a exigência em se utilizar os materiais em base fresca além de padronizar a quantidade de material vegetal a ser incorporado ao solo. Ressalta-se que o uso do repolho como adubo verde foi em virtude de que a incorporação deste ao solo quando associado a solarização, é tido como referencial para o controle de patógenos habitantes do solo.

Os valores referentes às análises químicas desses materiais vegetais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química dos materiais vegetais incorporados ao solo.

Materiais Vegetais	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
	g/kg					mg/kg				
Jitirana	14,9	1,08	23,6	14,33	1,82	137	12	47	23,0	399
Flor-de-seda	0,9	2,47	36,9	8,08	5,22	189	24	33	26,3	2890
Mamona	12,3	1,52	24,6	20,88	5,05	166	17	57	16,2	598
Repolho	27,6	3,42	36,9	16,57	3,07	636	23	41	10,4	2193

Os materiais vegetais foram coletados na UFERSA na cidade de Mossoró-RN bem como em áreas adjacentes, exceto o repolho que foi adquirido comercialmente, em virtude de que não foi possível adquirir restos da produção desse material vegetal em áreas de cultivo dessa brássica na região de Mossoró. Foi realizada a solarização e incorporação do material vegetal ao solo durante 30 dias, em cada época de avaliação (primeira época: 26/06/2017 – 26/07/2017; segunda época: 04/09/2017 – 04/10/2017), e após esse período foi realizado o plantio utilizando de 4 a 5 sementes por cova da cultivar Brasília.

As análises da quantificação de microrganismos no solo (fungos totais e bactérias totais e esporulantes) foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da UFERSA, a

partir da coleta de amostras de solo na profundidade de 0 a 10 cm, sendo coletadas 5 amostras simples para formar uma amostra composta, todas retiradas da área útil de cada parcela, utilizando-se um trado holandês.

Foi obtida através do método de diluição seriada e plaqueamento em meios seletivos, mediante a técnica de contagem em placas de Petri (TORTORA et al., 2006). De cada amostra foi retirada uma alíquota de 1 g de solo, que foi colocada em tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada esterilizada, e homogeneizadas em agitador de tubos tipo vortex. A partir dessas amostras realizaram-se diluições seriadas até 10^{-4} (sendo para fungos totais - diluição 10^{-1} ; bactérias totais - 10^{-3} e 10^{-4} ; bactérias esporulantes - 10^{-2} e 10^{-3}), homogeneizadas para coleta de 100 μ L de cada diluição e adicionadas em placas de 9,0 cm de diâmetro contendo os meios de cultura para posterior espalhamento com o auxílio da alça de Drigalski. Para cada diluição foram efetuadas três placas, sendo consideradas para cálculos apenas as placas que apresentaram entre 25 a 250 colônias, pois quando muitas colônias estão presentes, pode ocorrer uma saturação, impedindo o crescimento de outras colônias (TORTORA et al., 2006). As placas foram mantidas em estufa incubadora tipo BOD (demanda biológica de oxigênio) a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. O número de colônias por placa foi contado após dois dias (bactérias totais e esporulantes) e cinco dias (fungos).

Para o isolamento de fungos foi empregado o Meio de Martin (MARTIN, 1950) acrescido de antibiótico tetraciclina ($0,05 \text{ g L}^{-1}$). Para o isolamento das bactérias foi empregado o meio de cultura Nutriente Agar (ágar nutriente – 23 g; água destilada – 1000 mL), sendo que no caso da análise das bactérias esporulantes, os tubos de ensaio contendo as diluições foram aquecidos a 80°C por um período de 20 minutos, para posterior plaqueamento.

Além disso, foi avaliada a incidência de meloidoginose através do percentual de ocorrência de sintomas desta doença entre as raízes colhidas na área útil dos experimentos, como deformações, bifurcações e presença de galhas nas raízes de cenoura, conforme Pinheiro et al (2010).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Uma análise conjunta foi realizada envolvendo as duas épocas de plantio, desde que a relação entre o maior e menor quadrado médio residual de cada característica tenha sido menor que sete, condição necessária pra realização desse tipo de análise (PIMENTEL GOMES, 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRIMEIRA ÉPOCA

Para a quantificação da comunidade de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, na coleta de solo 30 dias após a incorporação, foi observada interação entre os materiais vegetais utilizados e a solarização apenas para bactérias totais (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de bactérias totais, 30 dias após incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização	
	Bactérias totais	
	Solarizado	Não solarizado
Jitirana	24,85x10 ⁵ bA	8,16x10 ⁵ aA
Flor-de-seda	12,49x10 ⁵ bA	8,35x10 ⁵ aA
Mamona	44,44x10 ⁵ aA	8,17x10 ⁵ aB
Repolho	9,12x10 ⁵ bA	10,57x10 ⁵ aA
Solo sem material vegetal	10,41x10 ⁵ bA	7,19x10 ⁵ aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias das UFCs antes da incorporação dos materiais vegetais (0 DAI): Bactérias totais - 7,28x10⁵.

Com relação ao efeito dos materiais vegetais dentro da solarização sobre a quantificação de bactérias totais, pode-se observar que quando realizada a solarização a incorporação da mamona foi responsável pela maior quantidades desses microrganismos (44,44x10⁵ UFC/g de solo), enquanto que quando não solarizado não houve diferença entre os materiais utilizados (Tabela 3).

Esta maior quantidade de bactérias totais obtida por meio da incorporação da mamona ao solo pode estar relacionada às diferenças na composição químicas entre os adubos analisados, já que ainda dentro do mesmo gênero, materiais vegetais podem apresentar diferenças quantitativas e qualitativas dos compostos produzidos (AMBRÓSIO et al., 2009), o que pode influenciar na eficiência do seu uso.

Já analisando o efeito da solarização em cada material vegetal, verificou-se efeito apenas para a mamona, no qual menor quantidade de bactérias totais (8,17x10⁵ UFC/g de solo) foi obtida quando o solo não foi solarizado (Tabela 3).

Batista et al. (2016) avaliando os atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga (jitirana, flor-de-seda e mata-pasto), observaram maiores quantidades de fungos e bactérias quando utilizaram o

mata-pasto em comparação à jitrana e flor-de-seda, em decorrência da diferença na composição química desses materiais.

Verificou-se ainda que não houve diferença significativa da solarização do solo sobre as comunidades de fungos totais e bactérias esporulantes. Por outro lado, em relação ao efeito dos materiais vegetais, observou-se que estes diferiram entre si, sendo a mamona o material que proporcionou maiores quantidades de fungos totais e bactérias esporulantes, $3,48 \times 10^3$ e $5,11 \times 10^5$ UFC/g de solo, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais e bactérias esporulantes, 30 dias após incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Fungos Totais	Bactérias Esporulantes
Solarizado	$2,97 \times 10^3$ a	$3,72 \times 10^5$ a
Não solarizado	$2,85 \times 10^3$ a	$3,09 \times 10^5$ a
Materiais Vegetais		
Jitirana	$2,82 \times 10^3$ ab	$2,83 \times 10^5$ ab
Flor-de-seda	$2,63 \times 10^3$ b	$3,70 \times 10^5$ ab
Mamona	$3,48 \times 10^3$ a	$5,11 \times 10^5$ a
Repolho	$2,92 \times 10^3$ ab	$1,91 \times 10^5$ b
Solo sem material vegetal	$2,70 \times 10^3$ b	$3,49 \times 10^5$ ab

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias das UFCs antes da incorporação dos materiais vegetais (0 DAI): Fungos totais – $2,51 \times 10^3$; Bactérias esporulantes – $3,70 \times 10^5$.

Verificou-se também, 30 dias após a incorporação dos materiais vegetais, aumento nas quantidades de fungos totais, bactérias totais e esporulantes, quando comparados às quantidades obtidas quando não realizada a associação da incorporação de material vegetal com a solarização (Tabelas 3 e 4).

Esse aumento de fungos e bactérias presentes no solo é de suma importância para agricultura, já que estes além de atuarem no processo de decomposição da matéria orgânica, manutenção das condições físico-químicas do solo e ciclagem de nutrientes, ainda estabelecem relações simbióticas com as plantas, aumentando, assim, a capacidade de resistência ao stress, como o déficit hídrico ou baixas concentrações de nutrientes (D'ANDRÉA et al., 2002; CARDOSO, 2004; OLIVEIRA et al., 2017).

Segundo Cruz et al. (2005) a incorporação de matéria orgânica ao solo seguida de solarização propicia um aumento significativo na comunidade fúngica e bacteriana presente no solo, quando comparado ao solo solarizado isoladamente, como consequência da reestruturação do metabolismo bacteriano das espécies que suportaram o efeito cumulativo da temperatura do solo. De forma geral, o aumento desses microrganismos no solo pode apresentar grande importância, pois os mesmos

contribuem para o crescimento das plantas e para o controle de fitopatógenos (PEIXOTO NETO et al., 2004).

Em relação à incidência de meloidoginose, não foi observado nas raízes de cenoura ocorrência de galhas, sendo observados apenas as bifurcações e deformações (Figura 2), sintomas característicos da ocorrência de nematoides no solo (PINHEIRO et al., 2010).

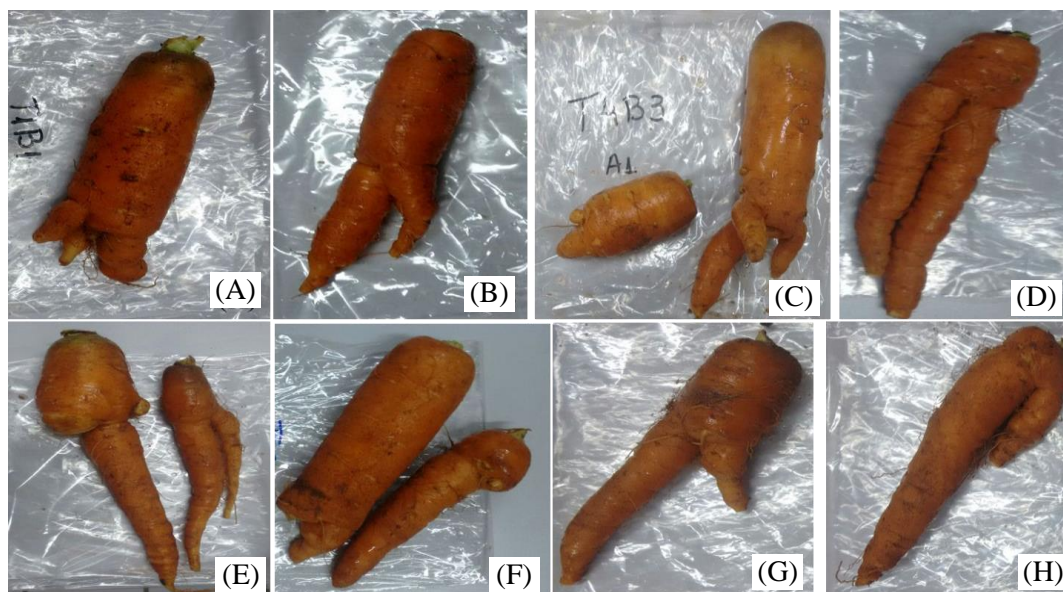


Figura 2 – Sintomas de meloidoginose (deformações e bifurcações) observados em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

(A) Quando incorporado jitirana associado a solarização. (B) – Quando incorporada mamona associado a solarização. (C) – Quando incorporado repolho associado a solarização. (D) Solo solarizado. (E) – Quando incorporado flor-de-seda sem a realização da solarização (F) – Quando incorporado mamona sem realização da solarização. (G) – Quando incorporado repolho sem a realização da solarização. (H) Solo sem material vegetal e sem a realização da solarização.

Além disso, com relação à incidência de meloidoginose foi observada interação significativa entre os materiais vegetais incorporados ao solo e a realização da solarização (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios da incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados e a solarização do solo. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2018.

Materiais Vegetais	Solarização	
	IM (%)	
	Solarizado	Não solarizado
Jitirana	1,25 aA	0,00 aA
Flor-de-seda	0,00 aB	3,12 aA
Mamona	0,62 aA	0,62 aA
Repolho	3,12 aA	0,62 aA
Solo sem material vegetal	1,87 aA	1,25 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao comportamento dos materiais vegetais sob a solarização, pode-se observar que independente da realização da solarização, os materiais vegetais não diferiram entre si, nem com relação ao solo sem material vegetal. Já analisando o efeito da solarização em cada material vegetal, pode-se observar efeito apenas sobre a incorporação da flor-de-seda, em que quando não realizada a solarização, foi observada maior incidência de meloidoginose, 3,12 % (Tabela 5).

O fato da incorporação de flor-de-seda sozinha, sem o processo de solarização ter causado maior percentual de incidência de meloidoginose pode estar associado ao fato da menor quantidade de UFCs de fungos e bactérias promovidas por este material vegetal quando comparado aos demais, já que Pinheiro et al. (2010) afirmam que o aumento da população de microrganismos de solo em virtude da incorporação de determinados materiais orgânicos no solo, estimula, em especial a população de antagonistas como fungos e bactérias, além de liberar substâncias tóxicas advindas de sua decomposição.

3.2 SEGUNDA ÉPOCA

Para a quantificação de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, obtidas na coleta de solo, 30 dias após a incorporação, foi observado que não houve interação entre os materiais vegetais utilizados e a solarização.

Verificou-se que não houve diferença significativa da solarização do solo sobre as quantidades de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes. Entretanto, em relação ao efeito dos materiais vegetais pode-se verificar que estes diferiram entre si apenas sobre a quantidade de bactérias totais, sendo a jitirana e a mamona os que

proporcionaram maiores quantidades respectivamente $10,14 \times 10^5$ e $10,31 \times 10^5$ UFC/g de solo (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	Fungos Totais	Bactérias Totais	Bactérias Esporulantes
Solarizado	$4,96 \times 10^3$ a	$8,29 \times 10^5$ a	$3,05 \times 10^5$ a
Não solarizado	$3,89 \times 10^3$ a	$8,09 \times 10^5$ a	$2,73 \times 10^5$ a
Materiais Vegetais			
Jitirana	$4,78 \times 10^3$ a	$10,14 \times 10^5$ a	$2,99 \times 10^5$ a
Flor-de-seda	$4,65 \times 10^3$ a	$7,67 \times 10^5$ b	$3,09 \times 10^5$ a
Mamona	$4,66 \times 10^3$ a	$10,31 \times 10^5$ a	$3,27 \times 10^5$ a
Repolho	$4,13 \times 10^3$ a	$6,10 \times 10^5$ b	$2,67 \times 10^5$ a
Solo sem material vegetal	$3,92 \times 10^3$ a	$5,92 \times 10^5$ b	$2,40 \times 10^5$ a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias das UFCs antes da incorporação dos materiais vegetais (0 DAI): Fungos totais – $4,05 \times 10^3$; Bactérias totais – $5,00 \times 10^5$; Bactérias esporulantes – $0,97 \times 10^5$.

Além disso, foram observadas quantidades de bactérias totais e esporulantes superiores às de fungos (Tabela 6), o que é uma característica importante, já que há correlação negativa entre a diversidade bacteriana do solo e a incidência de doenças enquanto ocorre correlação positiva entre a diversidade fúngica do solo e a incidência de doenças (WANG et al., 2014).

Verificou-se também, 30 dias após a incorporação dos materiais vegetais, aumento nas quantidades de fungos totais, bactérias totais e esporulantes, quando comparados às quantidades obtidas quando não realizada a associação da incorporação de material vegetal com a solarização (Tabela 6). Este aumento na microbiota do solo verificada 30 dias após a incorporação dos materiais vegetais está associado à incorporação de matéria orgânica ao solo, já que adubos verdes incorporados ao solo além de serem fontes de nutrientes para as plantas e melhorar a estrutura do solo, protegendo-o da erosão, aumentam também a quantidade de fungos e bactérias presentes nesse solo, uma vez que a decomposição desses materiais serve como fonte de macronutrientes e micronutrientes, hormônios e aminoácidos para os microrganismos (BETTIOL; GHINI, 2005; OLIVEIRA et al., 2012; BATISTA et al., 2013; BEZERRA NETO et al., 2014).

Em relação à incidência de plantas com sintomas de meloidoginose, não foi observado nas raízes de cenoura ocorrência de galhas, sendo observados apenas as

bifurcações e deformações, sintomas característicos da ocorrência de nematoides no solo (PINHEIRO et al., 2010) (Figura 3).

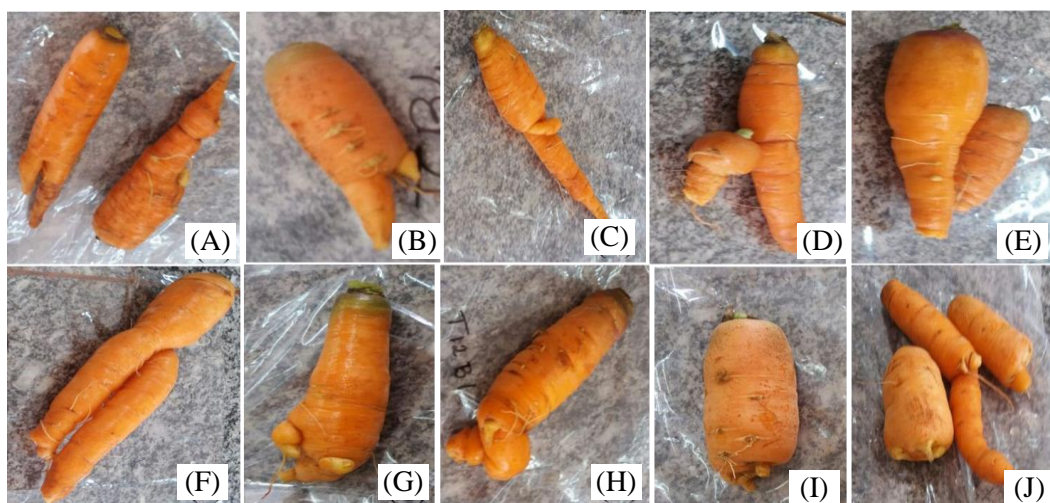


Figura 3 – Sintomas de meloidoginose (deformações e bifurcações) observados em raízes de cenoura em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

(A) – Quando incorporado jitrana associado a solarização. (B) Quando incorporado flor-de-seda associado a solarização. (C) – Quando incorporado mamona associado a solarização. (D) – Quando incorporado repolho associado a solarização. (E) Solo sem material vegetal e com a realização da solarização. (F) – Quando incorporado jitrana sem a realização da solarização. (G) – Quando incorporado flor-de-seda sem a realização da solarização. (H) – Quando incorporado mamona sem a realização da solarização. (I) – Quando incorporado repolho sem a realização da solarização. (J) Solo sem material vegetal e sem a realização da solarização.

Além disso, verificou-se que não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados e a solarização, bem como não se verificou efeito da solarização nem da incorporação dos diferentes materiais vegetais sobre a incidência de meloidoginose, não havendo, assim, diferenças entre a realização ou não da solarização assim como entre os materiais vegetais incorporados ao solo (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios da Incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Solarização	IM (%)
Solarizado	2,50 a
Não solarizado	3,12 a
Materiais Vegetais	
Jitirana	2,81 a
Flor-de-seda	0,62 a
Mamona	2,18 a
Repolho	4,37 a
Solo sem material vegetal	4,06 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fato do solo ter apresentado baixo potencial de inóculo de nematoides do gênero *Meloidogyne*, por isto que não foi observado diferença estatística entre os materiais vegetais incorporados e o solo sem adição de matéria orgânica, bem como com relação a realização ou não da solarização do solo.

3.3 ANÁLISE CONJUNTA

Não houve interação significativa entre os materiais vegetais utilizados, a solarização e a época de realização dos experimentos sobre as quantidades de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes. Verificou-se que houve interação significativa entre incorporação de materiais vegetais e a solarização sobre a quantidade de fungos totais e bactérias totais (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médios da análise conjunta das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de fungos totais e bactérias totais, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Materiais vegetais	Fungos Totais		Bactérias Totais	
	SOL	NSOL	SOL	NSOL
Jitirana	3,67x10 ³ abA	3,92x10 ³ aA	17,60x10 ⁵ aA	9,04x10 ⁵ bA
Flor-de-seda	3,80x10 ³ abA	3,47x10 ³ aA	11,12x10 ⁵ aA	7,70x10 ⁵ bA
Mamona	4,87x10 ³ aA	3,26x10 ³ aB	27,64x10 ⁵ aA	8,98x10 ⁵ aB
Repolho	4,13x10 ³ abA	2,91x10 ³ aB	7,63x10 ⁵ aA	7,31x10 ⁵ bA
Solo sem material vegetal	3,33x10 ³ bA	3,28x10 ³ aA	7,91x10 ⁵ aA	6,80x10 ⁵ bA
Época				
Primeira Época	4,96x10 ³ aA	38,99x10 ³ aB	.	.
Segunda Época	2,97x10 ³ bA	28,43x10 ³ bA	.	.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018. SOL = Solarizado; NSOL = Não solarizado. Valores médios, antes da incorporação dos materiais vegetais (0 DAI), das UFCs na primeira época de realização do experimento: Fungos totais – 2,51x10³; Bactérias totais - 7,28x10⁵. Valores médios, antes da incorporação dos materiais vegetais, das UFCs na segunda época de realização do experimento Fungos totais – 4,05x10³; Bactérias totais – 5,00x10⁵.

Observando os materiais vegetais sob a solarização, verificou-se, quando realizada a solarização, que para fungos totais, a mamona foi a que apresentou maiores quantidades (4,87x10³ UFC/g de solo) enquanto que não houve diferença entre os materiais vegetais utilizados para as quantidades de bactérias totais. Enquanto que quando não solarizado, não houve diferenças entre os materiais vegetais para quantificação de fungos totais, enquanto que em relação a quantificação de bactérias totais, a mamona foi a que proporcionou maior quantidade desse microrganismo (8,98x10⁵ UFC/g de solo).

Já analisando o comportamento da solarização em cada material vegetal, verificou-se efeito sobre a incorporação da mamona e do repolho que proporcionaram

menores quantidades de fungos totais, $3,26 \times 10^3$ e $2,91 \times 10^3$ UFC/g de solo respectivamente, quando não realizada a solarização. Enquanto que para bactérias totais houve influência apenas sobre a incorporação da mamona, na qual menores quantidades dessas bactérias ($8,98 \times 10^5$ UFC/g de solo) foram obtidas quando não realizada a solarização (Tabela 8).

Além disso, verificou-se interação entre as épocas de realização dos experimentos e a solarização apenas para fungos totais (Tabela 8). Em relação ao comportamento da solarização dentro das épocas de realização dos experimentos, verificou-se que independente da realização ou não da solarização, a primeira época (junho a outubro de 2017) apresentou maiores quantidades de fungos totais.

Entretanto ao se observar o comportamento das épocas sob a solarização, verificou-se que na primeira época quando realizada a solarização, as quantidades de fungos totais foram maiores, $4,96 \times 10^3$ UFC/g de solo, enquanto que na segunda época não houve diferença significativa nas quantidades de fungos totais sob ação da solarização (Tabela 8).

Quanto aos efeitos das épocas de realização dos experimentos sobre a quantificação de bactérias totais e bactérias esporulantes, pode-se observar diferença significativa apenas para as bactérias totais, sendo a primeira época a que proporcionou maior quantidade deste microrganismo, $14,37 \times 10^5$ UFC/g de solo (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios da análise conjunta das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) de bactérias totais e bactérias esporulantes, 30 dias após a incorporação, em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	Bactérias Totais	Bactérias Esporulantes
Época		
Primeira época	$14,37 \times 10^5$ a	$3,41 \times 10^5$ a
Segunda época	$8,17 \times 10^5$ b	$2,89 \times 10^5$ a
Solarização		
Solarizado	.	$3,39 \times 10^5$ a
Não solarizado	.	$2,91 \times 10^5$ a
Materiais vegetais		
Jitirana	.	$2,71 \times 10^5$ b
Flor-de-seda	.	$3,39 \times 10^5$ ab
Mamona	.	$4,19 \times 10^5$ a
Repolho	.	$3,38 \times 10^5$ ab
Solo sem material vegetal	.	$2,29 \times 10^5$ b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018. Valores médios, antes da incorporação dos materiais vegetais (0 DAI), das UFCs na primeira época de realização do experimento: Fungos totais – $2,51 \times 10^3$; Bactérias totais – $7,28 \times 10^5$; Bactérias esporulantes – $3,70 \times 10^5$. Valores médios, antes da incorporação dos materiais vegetais, das UFCs na segunda época de realização do experimento: Fungos totais – $4,05 \times 10^3$; Bactérias totais – $5,00 \times 10^5$; Bactérias esporulantes – $0,97 \times 10^5$.

Não foi observado também diferenças significativas da solarização sobre as quantidades de bactérias esporulantes. Já com relação à incorporação de material vegetal no solo, verificou-se diferença significativa entre os materiais vegetais para bactérias esporulantes, sendo a mamona o material que proporcionou maiores quantidades ($4,19 \times 10^5$ UFC/g de solo) enquanto o solo sem material vegetal proporcionou as menores quantidades, $2,29 \times 10^5$ UFC/g de solo (Tabela 9).

Essa predominância de bactérias na microbiota dos solos analisados pode estar relacionado ao fato destas compreenderem os microrganismos do solo mais numerosos e de maior importância, o que é de suma importância por serem responsáveis por diversas transformações relacionadas à fertilidade do solo, como a decomposição e síntese da matéria orgânica, mineralização e imobilização de nutrientes, além da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (STAMFORD et al., 2005).

Com relação à análise conjunta da incidência de plantas com sintomas de meloidoginose, verificou-se que não houve nenhuma interação entre os materiais vegetais utilizados, a solarização e a época de realização. Quanto às épocas de condução dos experimentos, foi observado diferença significativa entre as mesmas, sendo a primeira época a que apresentou menor incidência de meloidoginose (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios da análise conjunta da Incidência de meloidoginose (IM) em função dos materiais vegetais incorporados, solarização e épocas de cultivo. Mossoró-RN, 2018.

Época	IM(%)
Primeira Época	1,25 b
Segunda Época	2,81 a
Solarização	
Solarizado	1,93 a
Não solarizado	2,21 a
Materiais Vegetais	
Jitirana	1,71 a
Flor-de-seda	1,09 a
Mamona	1,40 a
Repolho	2,81 a
Solo sem material vegetal	3,12 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira época – junho a outubro de 2017. Segunda época – setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Verificou-se ainda que não houve efeito tanto da solarização do solo quanto da incorporação dos materiais vegetais sobre a incidência de meloidoginose (Tabela 8). Isso pode estar associado ao fato de o solo ter apresentado baixo potencial de inóculo de nematoides do gênero *Meloidogyne*, além de que não foi observado ocorrência de

patógenos habitantes do solo, principalmente fungos fitopatogênicos, por isso que o efeito da solarização foi pouco pronunciado,

4 CONCLUSÕES

A associação da incorporação da mamona com a solarização do solo proporcionou maiores quantidades de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes;

O período de junho a outubro na região semiárida foi o que apresentou maior quantidade de microrganismos e menor incidência de meloidoginose.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 20-25, 2009.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBROSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; AMBROSIO, M. M. Q.; CUNHA, J. L. X. L. Atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 31-38, 2016.

BETTIOL W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T., Menezes M (Eds.) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 125-152, 2005.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jirirana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.

BUENO, C. J.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. de.; CEREZINI, P. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em microcosmo simulando solarização com prévia incorporação de couve (*Brassicae oleracea* var. *acephala* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 356-363, 2004.

CARDOSO, M. O. Método para quantificação da biomassa microbiana do solo. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 25, n. 1, p. 1-12, 2004.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município Semi-Árido nordestino. Mossoró: ESAM, 121 p. (Coleção Mossoroense, C.30), 1991.

CRUZ, J. C. S.; ROCHA, M. M.; SOUZA, N. L.; PADOVANI, C. R.; MINHONI, M. T. A. Aspectos microbiológicos de solo e a técnica de solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 1, p. 74-81, 2005.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 913-923, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306 p., 2006.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1, pacote computacional).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_gra f. Acesso em: 23 de julho de 2018.

MATOS, F. A. C.; LOPES, H. R. D.; DIAS, R. L.; ALVES, R. T. Cenoura: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. **SEBRAE**, Série Agricultura Familiar, Coleção passo a passo – Cenoura, 28 p., 2011.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and estreptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science Society of America Journal**, 69: 215-232, 1950.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; BEZERRA NETO, F.; CHAVES, A. P. Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 23-33, 2017.

PEIXOTO NETO, P. A. S.; AZEVEDO, J. L.; CAETANO, L. C. Microrganismos endofíticos em plantas: status atual e perspectivas. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v. 3, n. 4, p. 69-72, 2004.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed., Piracicaba, Nobel, 468 p., 1990.

PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F.; VIEIRA, J. V. Manejo do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em cultivos de cenoura na região de Irecê - BA. **Comunicado Técnico 77**, Embrapa, 7 p., 2010. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2010/cot_77.pdf. Acesso em 16 de maio de 2016.

STAMFORD, N. P.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, D. E. G. T.; MICHEREFF, S. J. Microbiota dos solos tropicais. In: Michereff, S. J.; Andrade, D. E. G. T.; Menezes, M. (Eds). **Ecologia e manejo de fitopatógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p.61-91, 2005.

TORTORA, G. J., FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: editora Artmed, 894 p., 2006.

WANG, Q.; MA, Y.; YANG, H.; CHANG, Z. Effect of biofumigation and chemical fumigation on soil microbial community structure and control of pepper *Phytophthora blight*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Dordrecht, v. 30, n. 2, p. 507-518, 2014.

APÊNDICES

Apêndice A – Valores de F para altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017), Mossoró-RN, 2017.

Fontes de Variação	GL	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Parcela							
Bloco	3	0,668 ^{n.s.}	0,905 ^{n.s.}	2,792 ^{n.s.}	3,207 ^{n.s.}	0,380 ^{n.s.}	0,236 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,001 ^{n.s.}	1,596 ^{n.s.}	1,958 ^{n.s.}	2,131 ^{n.s.}	0,891 ^{n.s.}	1,368 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	2,131 ^{n.s.}	0,448 ^{n.s.}	2,065 ^{n.s.}	6,161**	2,864 ^{n.s.}	3,837*
Interação (S x MV)	4	2,569 ^{n.s.}	0,325 ^{n.s.}	0,196 ^{n.s.}	0,248 ^{n.s.}	1,010 ^{n.s.}	0,617 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		7,58	5,73	18,90	13,61	24,27	17,82
CV 2 (%)		6,92	7,03	16,94	11,98	14,18	23,06

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice B – Análise de variância pelo teste F para produção classificada de raízes (Longas; Médias; Curtas; Refugo); Produção comercial de raízes (PCR) e Produção total de raízes (PTR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017), Mossoró-RN, 2017.

Fontes de Variação	GL	Produção Classificada de Raízes (%)				PCR (t ha ⁻¹)	PTR (t ha ⁻¹)
		Longas	Médias	Curtas	Refugo		
Parcela							
Bloco	3	0,465 ^{n.s.}	0,373 ^{n.s.}	24,000*	0,037 ^{n.s.}	1,187 ^{n.s.}	1,150 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,191 ^{n.s.}	0,428 ^{n.s.}	9,000 ^{n.s.}	0,251 ^{n.s.}	0,002 ^{n.s.}	0,007 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	7,812**	4,191*	3,296*	1,220 ^{n.s.}	5,909**	5,600**
Interação (S x MV)	4	4,509**	2,655 ^{n.s.}	1,159 ^{n.s.}	0,554 ^{n.s.}	2,267 ^{n.s.}	2,412 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		43,33	31,05	7,71	103,51	17,49	17,33
CV 2 (%)		21,32	12,61	42,54	90,78	11,76	11,57

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice C – Valores de F para altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018), Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Parcela							
Bloco	3	8,628 ^{n.s.}	2,771 ^{n.s.}	3,437 ^{n.s.}	4,570 ^{n.s.}	21,732*	1,322 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,067 ^{n.s.}	1,482 ^{n.s.}	0,748 ^{n.s.}	1,102 ^{n.s.}	2,144 ^{n.s.}	0,001 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	1,570 ^{n.s.}	3,694 ^{n.s.}	4,902**	4,825**	4,509**	4,297**
Interação (S x MV)	4	0,828 ^{n.s.}	0,971 ^{n.s.}	1,578 ^{n.s.}	1,362 ^{n.s.}	1,820 ^{n.s.}	1,915 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		11,75	6,12	19,84	15,79	5,19	20,71
CV 2 (%)		13,92	7,27	22,52	20,68	17,65	17,19

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice D – Análise de variância pelo teste F para produção classificada de raízes (Longas; Médias; Curtas; Refugo); Produção comercial de raízes (PCR) e Produção total de raízes (PTR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018), Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	Produção Classificada de Raízes (%)				PCR (t ha ⁻¹)	PTR (t ha ⁻¹)
		Longas	Médias	Curtas	Refugo		
Parcela							
Bloco	3	1,043 ^{n.s.}	7,353 ^{n.s.}	1,103 ^{n.s.}	1,991 ^{n.s.}	2,782 ^{n.s.}	4,764 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,465 ^{n.s.}	4,680 ^{n.s.}	0,098 ^{n.s.}	1,111 ^{n.s.}	0,145 ^{n.s.}	0,148 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	4,125*	1,554 ^{n.s.}	1,197 ^{n.s.}	1,467 ^{n.s.}	3,106*	3,093*
Interação (S x MV)	4	1,886 ^{n.s.}	1,160 ^{n.s.}	0,590 ^{n.s.}	0,581 ^{n.s.}	1,193 ^{n.s.}	1,384 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		42,41	11,33	58,31	134,75	15,08	10,61
CV 2 (%)		33,40	16,20	81,45	180,82	19,62	17,76

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice E - Valores de F da análise conjunta de altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	AP (cm)	NHP	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Bloco (Época)	6	7,574 ^{n.s.}	2,853 ^{n.s.}	14,862*	35,410*	1,499 ^{n.s.}	0,757 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,049 ^{n.s.}	0,003 ^{n.s.}	0,645 ^{n.s.}	0,619 ^{n.s.}	0,429 ^{n.s.}	0,369 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Materiais Vegetais (MV)	4	1,346 ^{n.s.}	1,924 ^{n.s.}	4,507**	6,575**	4,145*	5,630**
Época (E)	4	19,119**	23,240**	0,500 ^{n.s.}	2,259 ^{n.s.}	67,155**	0,056 ^{n.s.}
Interação (MV x S)	1	1,591 ^{n.s.}	0,925 ^{n.s.}	1,088 ^{n.s.}	0,744 ^{n.s.}	1,413 ^{n.s.}	1,676 ^{n.s.}
Interação (E x S)	1	0,042 ^{n.s.}	2,117 ^{n.s.}	2,472 ^{n.s.}	2,387 ^{n.s.}	3,214 ^{n.s.}	0,915 ^{n.s.}
Interação (E x MV)	4	2,055 ^{n.s.}	2,095 ^{n.s.}	1,799 ^{n.s.}	1,664 ^{n.s.}	2,078 ^{n.s.}	2,022 ^{n.s.}
Interação (E x S x MV)	4	0,877 ^{n.s.}	0,348 ^{n.s.}	0,919 ^{n.s.}	1,450 ^{n.s.}	0,692 ^{n.s.}	0,063 ^{n.s.}
Erro 2	51	.	.	.	.	.	.
Total	79	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		8,57	4,73	10,16	4,48	14,58	17,96
CV 2 (%)		10,66	7,13	20,19	16,41	15,28	19,56

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice F - Valores de F da análise conjunta da Produção Classificada de Raízes (longas, médias, curtas e refugo), produção comercial de raízes (PCR) e Produção total de raízes (PTR) de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	Produção Classificada de Raízes (%)				PCR (t ha ⁻¹)	PTR (t ha ⁻¹)
		Longas	Médias	Curtas	Refugo		
Bloco (Época)	6	0,540 ^{n.s.}	0,900 ^{n.s.}	1,840 ^{n.s.}	0,872 ^{n.s.}	4,028 ^{n.s.}	3,770 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,015 ^{n.s.}	0,022 ^{n.s.}	0,743 ^{n.s.}	0,257 ^{n.s.}	0,378 ^{n.s.}	0,019 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Materiais Vegetais (MV)	4	8,707**	3,799**	3,054*	1,753 ^{n.s.}	7,433**	7,881**
Época (E)	4	0,627 ^{n.s.}	3,889 ^{n.s.}	10,185**	0,746 ^{n.s.}	65,299**	58,834**
Interação (MV x S)	1	5,030**	2,826*	1,628 ^{n.s.}	0,563 ^{n.s.}	2,650*	3,299*
Interação (E x S)	1	1,430 ^{n.s.}	4,616*	0,027 ^{n.s.}	0,920 ^{n.s.}	0,316 ^{n.s.}	0,078 ^{n.s.}
Interação (E x MV)	4	1,506 ^{n.s.}	1,036 ^{n.s.}	1,125 ^{n.s.}	1,267 ^{n.s.}	1,784 ^{n.s.}	1,807 ^{n.s.}
Interação (E x S x MV)	4	0,205 ^{n.s.}	0,462 ^{n.s.}	0,059 ^{n.s.}	0,653 ^{n.s.}	0,670 ^{n.s.}	0,947 ^{n.s.}
Erro 2	51	.	.	.	.	.	.
Total	79	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		49,98	27,32	34,76	165,75	10,41	10,34
CV 2 (%)		28,17	14,80	57,21	152,73	13,45	13,23

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice G – Valores de F para firmeza (Firm); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); potencial hidrogeniônico (pH), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) em raízes de cenoura em função de materiais vegetais e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2017.

Fontes de Variação	GL	Firm (N)	SS (%)	AT (mEq/100g)	pH	Vit C (mg/100g)	Beta (mg/100mL)
Parcela							
Bloco	3	0,116 ^{n.s.}	0,977 ^{n.s.}	0,070 ^{n.s.}	0,360 ^{n.s.}	10,450 ^{n.s.}	1,410 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,142 ^{n.s.}	12,039*	1,530 ^{n.s.}	0,035 ^{n.s.}	41,816**	27,716*
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	1,43 ^{n.s.}	7,201**	6,841**	1,746 ^{n.s.}	11,386**	56,453**
Interação (S x MV)	4	0,427 ^{n.s.}	6,987**	30,723**	3,508*	5,979**	1,128 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		10,33	10,76	9,76	1,38	3,75	5,34
CV 2 (%)		5,65	9,96	5,60	1,44	9,69	4,60

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice H – Valores de F para firmeza (Firm); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); potencial hidrogeniônico (pH), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) em raízes de cenoura em função de materiais vegetais e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a outubro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	Firm (N)	SS (%)	AT (mEq/100g)	pH	Vit C (mg/100g)	Beta (mg/100mL)
Parcela							
Bloco	3	2,722 ^{n.s.}	3,731 ^{n.s.}	3,239 ^{n.s.}	0,751 ^{n.s.}	0,332 ^{n.s.}	2,297 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	2,585 ^{n.s.}	6,294 ^{n.s.}	0,041 ^{n.s.}	1,451 ^{n.s.}	0,680 ^{n.s.}	28,746*
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Subparcela							
Materiais Vegetais (MV)	4	1,411 ^{n.s.}	1,380 ^{n.s.}	0,722 ^{n.s.}	0,691 ^{n.s.}	2,113 ^{n.s.}	8,433**
Interação (S x MV)	4	1,840 ^{n.s.}	0,813 ^{n.s.}	5,711**	0,752 ^{n.s.}	2,551 ^{n.s.}	2,369 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.	.	.	.
Total	39	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		3,67	5,32	3,44	0,73	9,70	8,51
CV 2 (%)		5,62	7,05	5,55	0,94	8,93	9,84

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice I - Valores de F da análise conjunta de firmeza (FIRM), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), vitamina C (Vit C) e betacaroteno (Beta) em raízes de cenoura em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	Firm (N)	pH	SS (%)	AT mEq/100g	Vit C mg/100g	Beta mg/100mL
Bloco (Época)	6	0,342 ^{n.s.}	0,316 ^{n.s.}	0,885 ^{n.s.}	0,286 ^{n.s.}	3,066 ^{n.s.}	2,377 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,720 ^{n.s.}	0,370 ^{n.s.}	2,390 ^{n.s.}	0,733 ^{n.s.}	3,669 ^{n.s.}	60,414**
Erro 1	3	.	.	.	.	.	.
Materiais Vegetais (MV)	4	0,140 ^{n.s.}	1,687 ^{n.s.}	4,700**	6,189**	14,105**	27,044**
Época (E)	4	494,597**	52,277**	0,409 ^{n.s.}	26,098**	15,889**	69,663**
Interação (MV x S)	1	0,798 ^{n.s.}	2,874*	4,060**	28,325**	4,511*	0,544 ^{n.s.}
Interação (E x S)	1	0,004 ^{n.s.}	0,127 ^{n.s.}	18,038**	2,530 ^{n.s.}	3,129 ^{n.s.}	2,403 ^{n.s.}
Interação (E x MV)	4	2,450 ^{n.s.}	1,271 ^{n.s.}	3,338 ^{n.s.}	2,201 ^{n.s.}	1,784 ^{n.s.}	2,541 ^{n.s.}
Interação (E x S x MV)	4	0,882 ^{n.s.}	2,685 ^{n.s.}	3,289 ^{n.s.}	3,221 ^{n.s.}	3,081 ^{n.s.}	2,315 ^{n.s.}
Erro 2	51	.	.	.	.	.	.
Total	79	.	.	.	.	.	.
CV 1 (%)		7,92	1,31	11,12	9,06	5,54	6,90
CV 2 (%)		5,98	1,20	8,42	5,51	9,30	8,05

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice J – Valores de F para Unidades Formadoras de Colônias de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, trinta dias após incorporação, em função de tipos de materiais vegetais e solarização. Primeira época (junho a outubro de 2017). Mossoró-RN, 2017.

Fontes de Variação	GL	Fungos Totais	Bactérias Totais	Bactérias Esporulantes
Parcela				
Bloco	3	2,979 ^{n.s.}	1,229 ^{n.s.}	1,784 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,841 ^{n.s.}	0,437 ^{n.s.}	1,809 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.
Subparcela				
Materiais Vegetais (MV)	4	3,814*	2,474 ^{n.s.}	2,401*
Interação (S x MV)	4	2,001 ^{n.s.}	4,582**	1,483 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.
Total	39	.	.	.
CV 1 (%)		14,80	90,96	43,87
CV 2 (%)		16,70	91,52	63,06

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice K – Valores de F para incidência de meloidoginose (IM) em função de tipos de materiais vegetais e solarização. Primeira época (junho a outubro, 2017). Mossoró-RN, 2017.

FV	GL	IM (%)
Parcela		
Bloco	3	1,091 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,27 ^{n.s.}
Erro 1	3	.
Subparcela		
Materiais Vegetais (MV)	4	0,861 ^{n.s.}
Interação (S x MV)	4	2,779*
Erro 2	24	.
Total	39	.
CV 1 (%)		121,11
CV 2 (%)		142,59

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice L – Valores de F para Unidades Formadoras de Colônias de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, trinta dias após a incorporação, em função de tipos de adubação verde e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018). Mossoró-RN, 2018.

FV	GL	Fungos Totais	Bactérias Totais	Bactérias Esporulantes
Parcela				
Bloco	3	3,282 ^{n.s.}	1,497 ^{n.s.}	11,077*
Solarização (S)	1	9,773 ^{n.s.}	0,185 ^{n.s.}	1,379 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.
Subparcela				
Materiais Vegetais (MV)	4	0,653 ^{n.s.}	6,057**	0,971 ^{n.s.}
Interação (S x MV)	4	1,480 ^{n.s.}	0,793 ^{n.s.}	1,024 ^{n.s.}
Erro 2	24	.	.	.
Total	39	.	.	.
CV 1 (%)		24,24	21,61	29,99
CV 2 (%)		29,99	29,72	34,48

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice M – Valores de F para Incidência de meloidoginose (IM) em função dos tipos de materiais vegetais e solarização. Segunda época (setembro de 2017 a janeiro de 2018), Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	IM (%)
Parcela		
Bloco	3	0,271 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,155 ^{n.s.}
Erro 1	3	.
Subparcela		
Materiais Vegetais (MV)	4	1,911 ^{n.s.}
Interação (S x MV)	4	0,285 ^{n.s.}
Erro 2	24	.
Total	39	.
CV 1 (%)		178,33
CV 2 (%)		110,22

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apêndice N - Valores de F da análise conjunta para Unidades Formadoras de Colônias de fungos totais, bactérias totais e bactérias esporulantes, trinta dias após a incorporação, em função de tipos de adubação verde e solarização. Mossoró-RN, 2018.

Fontes de Variação	GL	Fungos Totais	Bactérias Totais	Bactérias Esporulantes
Bloco (Época)	6	2,370 ^{n.s.}	1,379 ^{n.s.}	6,496 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	7,691 ^{n.s.}	0,398 ^{n.s.}	4,843 ^{n.s.}
Erro 1	3	.	.	.
Materiais Vegetais (MV)	4	1,362 ^{n.s.}	3,710**	2,860*
Época (E)	4	47,779**	8,553**	1,961 ^{n.s.}
Interação (MV x S)	1	2,595*	4,753**	2,040 ^{n.s.}
Interação (E x S)	1	4,537*	0,491 ^{n.s.}	0,179 ^{n.s.}
Interação (E x MV)	4	0,762 ^{n.s.}	1,451 ^{n.s.}	1,507 ^{n.s.}
Interação (E x S x MV)	4	0,595 ^{n.s.}	0,122 ^{n.s.}	0,810 ^{n.s.}
Erro 2	51	.	.	.
Total	79	.	.	.
CV 1 (%)		26,07	78,27	30,91
CV 2 (%)		26,79	84,08	52,78

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice O - Valores de F para Incidência de meloidoginose (IM) em função de tipos de adubação verde e solarização. Mossoró-RN, 2017.

Fontes de Variação	GL	IM (%)
Bloco (Época)	6	0,301 ^{n.s.}
Solarização (S)	1	0,045 ^{n.s.}
Erro 1	3	.
Materiais Vegetais (MV)	4	1,889 ^{n.s.}
Época (E)	4	7,266**
Interação (MV x S)	1	0,657 ^{n.s.}
Interação (E x S)	1	0,570 ^{n.s.}
Interação (E x MV)	4	1,250 ^{n.s.}
Interação (E x S x MV)	4	1,064 ^{n.s.}
Erro 2	51	.
Total	79	.
CV 1 (%)		193,79
CV 2 (%)		127,62

^{n.s.} Efeito não significativo pelo teste F. ** Efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.