Diálogos em Extensão

PEC PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA

UFV Universidade Federal de Viçosa

DOI: 10.21284/elo.v15i.22628

www.periodicos.ufv.br/elo
elo@ufv.br
ISSN: 2317-5451

Cultivo sob Transição Agroecológica: Adubação Verde como Estratégia de Manejo de Fitonematoides em Alface

Alessandra Paiva Ribeiro[1], Margarida Goréte Ferreira do Carmo[2], Aline da Silva Bhering[3]

Resumo: *No município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, têm sido recorrentes as perdas na cafeicultura e na produção de hortaliças devido ao ataque de fitonematoides causadores das galhas. Este desequilíbrio e agravamento das perdas representaram um marco para os agricultores buscarem um novo modelo de produção baseado nos princípios da agricultura agroecológica. Foi instalada unidade experimental para avaliar estratégias de manejo para controle do nematóide-das-galhas na cultura da alface com uso da adubação verde. Avaliou-se neste ensaio o efeito do pré-cultivo da adubação verde (Crotalaria juncea) sob a incidência de nematóides (Meloidogyne javanica) e a produtividade da alface (cv. Vanda). Neste estudo de caso, foi possível concluir que a prática agroecológica aumentou o rendimento da cultura da alface, houve redução da incidência de plantas com nematóide-das-galhas, bem como redução do número de galhas por planta, além de apresentar maiores produtividades e retornos econômicos ao produtor.*

Palavras-chave: *Vegetable crops. Lactuca sativa. Meloidogyne javanica. Unidade de Experimentação.*

Área Temática: *Agroecologia.*

Cultivation under Agroecological Transition: Green Manure as a Management Strategy for Phytonematodes in Lettuce

Abstract: *In the municipality of Rosário da Limeira, Minas Gerais, coffee and vegetable production have experienced recurring losses due to attacks by root-knot nematodes. This imbalance and worsening losses represented a milestone for farmers to seek a new production model based on the principles of agroecological agriculture. An experimental unit was set up to evaluate management strategies for root-knot nematode control in lettuce crops using green manure. This trial evaluated the effect of pre-cultivation green manure (Crotalaria juncea) on the incidence of root-knot nematodes (Meloidogyne javanica) and the productivity of lettuce (cv. Vanda). This case study concluded that agroecological practices increased lettuce yield, reduced the incidence of root-knot nematode plants, and reduced the number of galls per plant, in addition to providing higher productivity and economic returns for producers.*

Keywords: *Olericulture. Lactuca sativa. Meloidogyne javanica. Experimentation Unit.*

[1] Coordenadora Regional de Culturas, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais, Mestra em Agricultura Orgânica. Email: alessandra.ribeiro@emater.mg.gov.br.

[2] Professora doutora em Fitopatologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

[3] Doutora em Fitotecnia, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

Cultivo bajo Transición Agroecológica: Abonos Verdes como Estrategia de Manejo de Fitonematodos en Lechuga

Resumen: *En el municipio de Rosário da Limeira, Minas Gerais, la producción de café y hortalizas ha experimentado pérdidas recurrentes debido a ataques de nematodos agalladores. Este desequilibrio y el agravamiento de las pérdidas representaron un hito para que los agricultores buscaran un nuevo modelo de producción basado en los principios de la agricultura agroecológica. Se estableció una unidad experimental para evaluar estrategias de manejo para el control del nematodo agallador en cultivos de lechuga mediante abono verde. Este ensayo evaluó el efecto del abono verde precultivo (Crotalaria juncea) en la incidencia de nematodos agalladores (Meloidogyne javanica) y la productividad de la lechuga (cv. Vanda). Este estudio de caso concluyó que las prácticas agroecológicas aumentaron el rendimiento de la lechuga, redujeron la incidencia de plantas de nematodos agalladores y redujeron el número de agallas por planta, además de proporcionar una mayor productividad y un mayor retorno económico para los productores.*

Palabras clave: *Olericultura. Lactuca sativa. Meloidogyne javanica. Unidad de Experimentación.*

INTRODUÇÃO

A produção agroecológica tem sido incentivada no município de Rosário da Limeira, localizado na Zona da Mata Mineira, com a implementação e execução de programas e políticas públicas municipais/estaduais e com o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG). Esse município possui sua economia agropecuária voltada principalmente para a cafeicultura, seguida da bovinocultura de leite e de corte, e da produção de hortaliças e de frutas.

Na produção da cafeicultura predomina o cultivo convencional, porém, na produção de hortaliças e frutas destaca-se o modelo baseado nos princípios agroecológicos. Este modelo de produção é motivado tanto pelo menor custo envolvido diretamente com a compra de insumos quanto pela consciência coletiva em relação à produção de alimentos e à sua ingestão do alimento seguro, percepção essa que os produtores não associam ao café por não o verem como alimento, e sim como produção de *commodities* (Zago, 2009).

A presença de doenças e pragas e a intensificação dos danos nas plantas podem ser indicadores de desequilíbrios que muitas vezes levam à aplicação e/ou intensificação do uso de agrotóxicos, o que tende a acentuar o desequilíbrio populacional de parasitas e de inimigos naturais. Por outro lado, esse momento pode ser decisivo para mudar o modelo de produção, e realizar a transição agroecológica com adoção de práticas que possam levar ao melhor equilíbrio e ao aumento da resiliência.

Um indicador de desequilíbrio no agroecossistema é a perda de produção causada por patógenos que sobrevivem no solo e atacam as raízes das plantas, parasitando-as (Lobo Junior; Macedo; Santos-Goulart, 2022). Os fitonematoides, assim como a maioria dos patógenos habitantes do solo, são de difícil erradicação e controle. A redução das perdas em geral pode ser atingida com a adoção de um conjunto de práticas de manejo que são bem alinhadas aos princípios agroecológicos, como rotação e diversificação de culturas, aumento do aporte de matéria orgânica, correção da acidez, uso de cultivares resistentes, uso de plantas antagonistas (Ferraz; Brown, 2016).

As plantas antagonistas são aquelas que afetam negativamente a população de nematoides, podendo ser plantas armadinhas (o nematoide penetra, mas não completa o seu desenvolvimento), hospedeiras desfavoráveis (há penetração, mas poucos nematoides se desenvolvem) e aquelas que contêm compostos nematicidas em seus tecidos, que podem ser liberados no meio externo ou atuar apenas no interior das plantas (Ferraz *et al.*, 2010). Nesta categoria de plantas antagonistas são encontradas diversas espécies, como as *Mucuna spp*., *Crotalaria spp.*, *Tagetes spp*. e gramineas como *Brachiaria decumbens, Eragrostis curvula, Panicum maximum* cv. guiné, *B. brizantha* e *Digitaria decumbens* cv. pangola quando utilizadas em plantio intercalar, em rotação e sucessão de culturas ou em adubação verde (Ferraz e Freitas, 2008).

Transição Agroecológica

O modelo agrícola dominante, caracterizado por monocultivos e uso intensivo de insumos industriais, provocou significativa degradação socioambiental (Caporal; Costabeber; Paulus, 2009). Primavesi (1997, p. 132) ressalta que "a agricultura convencional funciona bem enquanto tudo está ainda mais ou menos equilibrado, porém, quando começam a aparecer dificuldades com o solo e o clima, é inevitável voltar a métodos ecológicos". Esse cenário de desequilíbrio, que pode agravar problemas de fertilidade e microbiota do solo, resulta em perdas por patógenos como fitonematoides (Lobo Junior; Macedo; Santos-Goulart, 2022). Esse momento, porém, pode representar um marco de incentivo aos agricultores para a busca de uma agricultura mais integrativa e ecológica, com sinergias entre práticas e manejos para garantir uma maior sustentabilidade na produção. Pode representar, ainda, uma oportunidade para reflexão sobre a forma de produzir e caminhar para uma transição agroecológica (Lopes; Araújo; Rangel, 2019).

Dentre os diversos patógenos causadores de doenças em plantas, os fitopatógenos de solo são um desafio particular, pois residem e persistem no solo por anos, causando doenças radiculares e vasculares; sua sobrevivência por meio de saprofitismo, ampla gama de hospedeiros e estruturas de resistência dificulta o controle via rotação de culturas (Cardoso; Andreote, 2016; Lobo Junior; Macedo; Santos-Goulart, 2022). Para o controle desses patógenos, é crucial priorizar medidas preventivas e a escolha de cultivares resistentes, embora nem sempre disponíveis. O controle com agrotóxicos, geralmente restrito ao tratamento de sementes e mudas, é caro, pouco eficiente e poluente. A falta de medidas eficazes para o controle dessas doenças frequentemente resulta em prejuízos elevados, podendo levar à mudança de atividade ou até mesmo ao abandono de áreas cultivadas, causando sérios problemas econômicos e sociais (Ghini, 2003).

De acordo com Pinheiro *et al.* (2013), um dos principais problemas enfrentados nas regiões produtoras de alface diz respeito às perdas causadas por pragas do gênero *Meloidogyne*, com destaque para *M. incognita e M. javanica*. Estes patógenos de solo possuem um alto potencial reprodutivo, favorecido pelas altas temperaturas, ou seja, na primavera e no verão. As plantas infectadas apresentam galhas típicas e sintomas como redução do tamanho e da quantidade das raízes, além de ferimentos que podem funcionar como porta de entrada para outros patógenos.

Na parte aérea, os sintomas incluem amarelecimento das folhas, cabeças mais leves e menores, folhas mais soltas e murchas, causados pela deficiência na absorção de água e nutrientes (Ferraz; Brown, 2016). Consequentemente, a alta infestação pode levar a perdas, podendo chegar a 100% na produção (Alves, 2020).

De acordo com De Paula Filho (2021), o manejo das culturas visando o controle de nematóides envolvendo o uso de agrotóxicos nem sempre garante uma redução populacional satisfatória. Além disso, a aplicação de nematicidas pode causar danos ao ambiente devido à sua alta persistência no solo e à qualidade dos alimentos por serem produtos que podem permanecer ativos na planta até o final do ciclo. Diante destas características, a aplicação de nematicidas químicos vem sofrendo restrições e, por isso, nos últimos anos, houve um aumento nos estudos relacionados a agentes de controle biológico e outras abordagens de manejo.

Como a erradicação de fitonematoides é quase impossível, preconiza-se a adoção de práticas de manejo que venham a favorecer não só o desenvolvimento das plantas como a redução das perdas causadas pelo patógeno. Para Ritzinger e Fancelli (2006), as estratégias de manejo de fitonematoides prioritárias são aquelas que diminuem custos de produção, têm respostas em produtividade e não agridem o ambiente. Essas estratégias estão na utilização de matéria orgânica, o controle biológico, o uso de variedades resistentes, a solarização, a rotação de culturas, o pousio, a inundação, o uso de cultivos intercalares e a cobertura do solo que tem como objetivo reduzir a população dos nematóides e manter a biodiversidade nos diferentes agroecossistemas (Ferraz *et al.*, 2010; Reis *et al,* 2005; Silva, 2011 *apud* Alves, 2020).

Para o controle dos fitonematoides, preconiza-se a identificação do gênero e da espécie, o isolamento da área visando reduzir a sua dispersão, bem como a atenção com a limpeza de equipamentos desinfetados e demais utensílios que possam contribuir para o transporte do patógeno (Ferraz *et al.*, 2010). Além disso, aconselha-se o uso de mudas vigorosas e sadias, uso de água para irrigação limpa e adequado manejo da fertilidade do solo e uso de cultivares resistentes (Ferraz *et al.*, 2010; Alves, 2020). Outras medidas também são recomendadas como o controle biológico com o uso de produtos registrados, o pousio e rotação de culturas, e, quando possível, a solarização e biofumigação do solo, e o pré-cultivo com plantas antagonistas (Ferraz, *et al.*, 2010). A cultura da alface se desenvolve bem em solos estruturados, arejados, ricos em matéria orgânica e com adequada umidade. Por isso, recomenda-se a faixa de pH de 6,0 a 6,8, saturação de bases a 70% e, por serem plantas exigentes em nutrientes, principalmente o potássio, o nitrogênio (N), o cálcio e o fósforo (P) devem estar em concentrações adequadas (Yuri *et al.*, 2016; Puiatti, 2019).

Plantas de Cobertura: os adubos verdes

A biodiversidade nos agroecossistemas pode ser fomentada com o uso de policultivos e a adoção da prática de plantas de cobertura ou adubações verdes. A adoção do sistema de produção orgânico com o uso de culturas de cobertura também aumentou o teor de matéria orgânica e biomassa microbiana no solo, quando comparado ao solo sob sistema de produção convencional. O agroecossistema orgânico estimulou a melhoria da

qualidade biológica e da produtividade do solo, podendo também ter impacto positivo no manejo e controle de pragas e doenças (Tomelero *et al.,* 2006 *apud* Frasca *et al.*, 2023).

Existem muitas espécies de distintas famílias utilizadas com plantas de cobertura, ou de adubos verdes, com destaque para a família *Fabaceae* (leguminosas), pois aportam massa vegetal ao solo e de N, via associação simbiótica com bactérias promovendo a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Além do fornecimento de nitrogênio, a adição dos resíduos vegetais a partir da produção de biomassa afeta a disponibilidade de nutrientes por outros mecanismos, pois o incremento do teor de matéria orgânica do solo pode reduzir a retenção de P na superfície de alguns minerais de argila, aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas (Espindola, *et al.* 2005).

As fabáceas possuem uma baixa relação Carbono (C/N), o que favorece uma rápida decomposição e mineralização com um aporte significativo de nitrogênio no solo (Partelli *et al.*, 2011 *apud* Alves, 2020). Essa baixa relação C/N tende a aumentar a atividade de microrganismos antagônicos aos nematóides e aumentar a liberação de amônia ao solo (Melo; Serra, 2019).

As plantas do gênero *Crotalaria* pertencem à família *Fabaceae* e são importantes antagonistas aos fitonematoides. Elas podem ser não-hospedeiras ou más-hospedeiras de fitonematoides, elevar a população de microrganismos antagonistas, além de produzirem compostos tóxicos a esses patógenos como o alcaloide pirrolizidínico chamado monocrotalina (Wang *et al.*, 2002; Chitwood, 2002 *apud* Ferreira, 2018).

Com uma extensa variedade de mais de 350 espécies catalogadas dentro do gênero *Crotalaria* (Cook; White, 1996, *apud* Ferraz *et al.*, 2010), algumas se destacam no controle de nematóides sendo a *C. spectabilis* uma das mais utilizadas e estudadas. A *C. juncea* também é indicada para o manejo de *Meloidogyne* spp., apresentando atividades similares sobre esse grupo de nematóides quando comparadas à *C. Spectabilis (*Rosa *et al.*, 2013; Rosa *et al.*, 2015, Araya; Caswell-Chen, 1994; Miamoto *et al.*, 2016, *apud* Chidichima, 2020). No entanto, estudos demonstram variações nos resultados, como a capacidade de reprodução de *M. javanica e M. incognita* na presença de *C. juncea* (Charchar *et al.*, 2007 *apud* Ferreira 2018). Dessa forma, verifica-se que a resposta dessa espécie diante de diferentes populações de nematóides é variável.

Em experimento conduzido por Ferreira (2018) em áreas contaminadas por *M. incognita*, foi constatado um baixo desenvolvimento do nematóide na presença de *C. juncea*. Além disso, Moraes *et al*. (2006, *apud* Ferreira, 2018) observaram que, apenas 45 dias após a semeadura, as áreas cultivadas com *C. juncea* apresentaram populações de nematóides menores em comparação com áreas em pousio. Esses resultados evidenciam o potencial dessa espécie para o controle de nematóides-das-galhas.

OBJETIVO

O objetivo geral foi avaliar a eficácia da adubação verde com *Crotalaria juncea* como prática agroecológica no manejo do nematóide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) na cultura da alface (*cv. Vanda*)

em Rosário da Limeira-MG. G. Os objetivos específicos foram avaliar o efeito de *Crotalária juncea:* (a) na redução da incidência de nematóides; (b) no aumento da produtividade; (c) e na viabilidade econômica para os agricultores.

METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no município de Rosário da Limeira-MG (680 m de altitude, coordenadas 20°58’44"S e 42°30’43"W), caracterizado por clima Cwa – subtropical úmido com verão quente e inverno seco, segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928 *apud* Sá Júnior, 2009). Os valores médios anuais dos elementos climáticos são: precipitação de 1.614 mm, temperatura média de 23,5 °C e umidade relativa do ar variando de 48 a 87%.

A área escolhida apresentava sérios problemas com nematóides-das-galhas em hortaliças, em especial, na cultura da alface e no período de primavera e verão. No ano de 2023, a propriedade recebeu a visita técnica da extensionista da EMATER-MG, e foram constatadas perdas recorrentes de até 80% na cultura de alface devido à alta incidência de plantas com nematóides-das-galhas (Figura 1). Assim, algumas ações foram propostas ao agricultor: identificação do agente causador dos danos ocorridos nas plantas de alface, amostragem e recomendação do solo e das estratégias de manejo a serem adotadas.



Figura 01 – Fotos da área experimental mostrando quadro crítico de produção de alface com alta intensidade de plantas infectadas por nematóides-das-galhas.
Fonte: Alessandra Paiva Ribeiro, 2023.

A ação foi desenvolvida em condições de campo, adotando-se a metodologia de Unidade de Experimentação (Ruas *et al*., 2006), que tem como princípio a condução participativa do experimento em parceria entre técnicos extensionistas e agricultores familiares. O trabalho foi realizado em colaboração com o

agricultor familiar, entre 04 de outubro de 2023 e 26 de abril de 2024. O solo da área experimental foi classificado, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Gleissolo Melânico.

Os acordos prévios de cooperação definiram as atribuições de cada parte envolvida. Couberam ao agricultor a preparação inicial da área, irrigação, tratos culturais e acompanhamento diário das atividades; à equipe técnica, o planejamento experimental, a orientação metodológica, o monitoramento e a análise dos resultados. A condução das etapas ocorreu de forma dialogada, integrando o conhecimento técnico-científico com o saber empírico do produtor.

A participação ativa do agricultor constituiu elemento central da ação extensionista, abrangendo a implantação dos canteiros, o plantio da *Crotalaria juncea*, o preparo e a aplicação dos tratamentos e o manejo da cultura da alface. Os resultados esperados da ação incluíram a redução das perdas causadas por *Meloidogyne javanica*, o fortalecimento das capacidades locais de manejo agroecológico e a incorporação de práticas sustentáveis de produção hortícola. Ao final dos ensaios, foi realizada a devolutiva dos resultados em reunião de campo com a família do agricultor.

Para caracterização inicial do ambiente experimental, procedeu-se à coleta de solo nas camadas de 0–20 cm em 15 pontos da área, formando uma amostra composta de aproximadamente 300 g encaminhada para análise química completa. Com base na análise de fertilidade (Tabela 1), calculou-se a dose de corretivo necessária, aplicando-se 200 g m^{-2} de calcário dolomítico (equivalente a 2 t ha^{-1}). O calcário foi incorporado ao solo com enxada rotativa e, após 30 dias, iniciou-se o preparo da área com auxílio de motocultivador para implantação do experimento. A correção da acidez do solo foi adotada como prática prévia de manejo da fertilidade e não como tratamento experimental.

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo antes da correção e dos ensaios, Rosário da Limeira, 2023.

Descrição	pH	P	K	Zn	Fe	Mn	Cu	B	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H + Al	MO	V %
	H_2O	----------mg/dm^3----------							----$Cmol_c/dm^3$----				dag/kg	
Solo do Ensaio 1	5,5	4,2	45	0,8	37,9	5,6	0,3	0,1	1,5	0,43	0,2	8,25	5	19,9

Fonte: Elaboração Própria.

Para identificação da espécie de nematóides presente na área, uma amostra de raízes com galhas de plantas de alface do ciclo anterior foi coletada e levada para o Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Por conseguinte, a análise foi realizada com a técnica de eletroforese de isoenzimas (esterase) em gel de poliacrilamida (Carneiro; Almeira, 2001). A espécie foi identificada como sendo *Meloidogyne javanica,* fitonematoide hospedeiro de várias culturas olerícolas, cereais, frutíferas e leguminosas (Ferraz *et al.*, 2010).

Após o revolvimento do solo, foi feito o semeio de *C. juncea,* utilizando-se sementes doadas pela EMBRAPA-AGROBIOLOGIA, o espaçamento utilizado foi o 0,25 entre linha e 25 sementes por metro linear

totalizando estande de 1600 plantas ha^{-1}. (Figura 2A). Houve bom desenvolvimento vegetativo das plantas de *C. juncea*, as quais cobriram o solo (Figura 2B). Aos 100 dias após o semeio, no dia 09 de março do ano 2024. (Figura 2C), efetuou-se o corte das plantas rente ao solo com o auxílio de roçadeira motorizada. Neste período, as plantas apresentavam, em média, 2,90 metros de altura e estavam em pleno florescimento. As plantas foram trituradas e depositadas na superfície do solo, onde foram armazenadas até murcharem.



Figura 02 – Fotos ilustrativas da implantação ao corte da *C. juncea* na unidade experimental, em Rosário da Limeira-MG, Brasil.

A - Plantio de *Crotalaria juncea* nas parcelas da área. Fonte: Alessandra Paiva Ribeiro, 2023.

B - Desenvolvimento da *C. juncea* com 48 dias de plantio. Fonte: Aline da Silva Bhering, 2023.

C - Corte das plantas de *C. juncea* e organização do material vegetativo nos respectivos canteiros das diferentes repetições. Fonte: Alessandra Paiva Ribeiro, 2024.

D - Nódulos na raiz da *C. juncea.* Fonte: Alessandra Paiva Ribeiro, 2024.

Por volta de 5 dias após o corte da crotalária, foi realizado o transplante das mudas de alface. Utilizaram-se mudas da *cultivar Vanda,* com 22 dias após o semeio e em torno de 5 cm de altura. Essa cultivar do Grupo Crespa é indicada para o cultivo de verão e para esta região, além de ser resistente ao pendoamento.

Nesta área experimental, foi utilizado um canteiro de 36 metros de comprimento e de 1,0 metro de largura, totalizando área total de 36 m². Os tratamentos testados foram: pré-cultivo da crotalária, cobertura do

solo com a vegetação de *C. juncea* ceifada (T1) e a testemunha (T2), a qual foi com o desenvolvimento das plantas espontâneas presentes no local e revolvimento do solo por ocasião do transplante das mudas. Cada parcela foi composta por 4,5 m² (4,5 x 1,0 m), totalizando 72 plantas de alface, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m. Nas avaliações utilizaram-se as 12 plantas centrais de cada parcela. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 8 parcelas.

Seguiu-se o manejo adotado na propriedade. Assim, utilizou-se a irrigação por aspersão, capina manual de planta daninha e monitoramento de doenças e pragas, sem necessidade de controle, não foi realizada adubação no momento do plantio e nem de cobertura.

A colheita foi feita aos 46 dias após o transplantio das mudas, entre os dias 25 e 26 de abril de 2024. As plantas foram colhidas e pesadas para determinação da massa fresca, enquanto as raízes foram coletadas com auxílio de enxadão e utilizadas para observação com vistas à detecção e contagem do número de galhas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o *software* SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho apresentou efeito significativo dos tratamentos, com redução do número médio de galhas por planta, da incidência de plantas com galhas e do aumento da massa fresca acumulada nas folhas de alface no tratamento com pré-cultivo de *C. juncea* comparado à testemunha (Tabela 2). O coeficiente de variação (CV%) nas duas variáveis avaliadas foi elevado: 54,54% e 41,8%. Isso deveu-se provavelmente à distribuição do patógeno na área, considerando a distribuição irregular no terreno ou em reboleiras (Ferraz; Brown, 2016).

Tabela 2 – Resultados do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* sob o número de galhas causadas por *M. javanica* em raízes de alface, incidência de plantas de alface com galhas (%) e massa fresca média das plantas de alface (g).

Tratamento	Número de galhas por planta	Incidência de plantas com galhas (%)	Massa fresca por planta (g)
T1- *C. juncea*	0,25 b	2,07 b	107,64 a
T2- Testemunha	5,50 a	14,25 a	62,27 b
CV%	54,5	41,8	17,54

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).
Fonte: Elaboração Própria.

A redução significativa da incidência de plantas com galhas, bem como do número de galhas por plantas no tratamento com pré-cultivo de *C. juncea* decorreram da redução da população do patógeno, consequentemente dos danos causados pelos mesmos. Como consequência do efeito no controle do nematóide, bem como da melhoria das condições de fertilidade do solo, o pré-cultivo resultou em aumento significativo do acúmulo de massa fresca das cabeças de alface (Tabela 2).

A partir do uso da *Crotalaria juncea* na área experimental observou a redução da população de nematóides. No entanto, este não é o único impacto dessa cultura; a espécie apresenta elevada eficiência na fixação biológica de nitrogênio (FBN), com média de 67%, conforme estudo realizado por Araújo *et al.* (2010). Esse valor está dentro da faixa indicada para leguminosas, que variam entre 40% e 75% de FBN (Herridge *et al.*, 2008 *apud* Araújo *et al.*, 2010). Foi observada no momento do corte a presença de nódulos de coloração rosa nas raízes, comprovando a ação da FBN (Figura 2D).

Além do efeito no controle de nematóides, a *C. juncea* tem seu potencial como adubo verde comprovado na cultura da alface. Sarmento *et al*. (2019) demonstraram que espécies leguminosas como feijão-caupi, feijão-guandu e *C. juncea* favorecem a produção de alface, similar a ganhos obtidos com adubação mineral. Neste ensaio, observou-se aumento de 42% da massa fresca nas plantas de alface cultivadas em sucessão à *C. juncea.*

Estudos sobre a decomposição e mineralização do nitrogênio da massa de *C. juncea* utilizada como cobertura morta do solo indicam que, após 35 dias de cultivo da alface, a matéria seca e o nitrogênio remanescente correspondem a 49,3% e 32,7% do total inicial, respectivamente (Oliveira *et al.*, 2008 *apud* Diniz *et al.*, 2014). Além disso, Diniz *et al.* (2014) verificaram que o tempo médio para a mineralização de 50% do nitrogênio total foi de 9, 26 e 32 dias para doses de 3, 6 e 9 t ha{ ¹ de adubo verde, respectivamente.

Considerando que a cultura da alface apresenta maior demanda de nitrogênio na fase final do ciclo (Goto *et al.*, 2001 *apud* Granjeiro *et al.*, 2006), a dose de 9 t ha{ ¹ mostrou-se ideal para sincronizar a mineralização do nitrogênio com a necessidade da planta. Dessa forma, os resultados do ensaio sugerem que houve absorção do nitrogênio mineralizado pela cultura da alface, refletindo em maior produtividade. Além disso, a manutenção da palhada no solo pode ter contribuído para a conservação da umidade, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

A partir dos resultados, observou-se que o uso de *C. juncea* constitui uma técnica eficiente e promissora para o manejo de fitonematoides e a melhoria do solo em sistemas orgânicos e agroecológicos. Contudo, o agricultor destacou dificuldades práticas para adoção contínua, especialmente pelo tempo de desenvolvimento da *C. juncea,* que exige o descanso da área , que é desafiador em hortas de manejo intensivo e em área reduzida.

Outro obstáculo apontado pelo agricultor foi o acesso limitado às sementes, ainda pouco disponíveis no comércio local, o que restringe a continuidade da prática, sendo adquiridas muitas vezes por parcerias como EMATER-MG e EMBRAPA, ou por compra *online*. Apesar dessas limitações, o agricultor relatou melhorias perceptíveis na qualidade do solo e no vigor das alfaces cultivadas após o uso da adubação verde, em mais de um ciclo de produção, demonstrando interesse em repetir a experiência, além do resultado positivo do controle de nematóides-das-galhas.

Considerando a massa média de cada cabeça de alface e a densidade de 16 plantas por m², estima-se uma produtividade média de 17,12 t ha^{-1} e de 9,963 t ha^{-1} nos dois respectivos tratamentos. Em termos comerciais, considerando a unidade de alface comercializada a R$ 1,50 pelo produtor, com peso médio de 150 gramas, o uso da sucessão com a crotalaria representa um ganho de R$ 71.570,00 por ha de receita bruta.

CONCLUSÕES

O cultivo de alface em sucessão ao pré-cultivo e cobertura vegetal do solo com a de *C. juncea*, contribuiu para aumento do rendimento da cultura e para a redução da incidência de plantas com galhas e para o número de galhas por planta, causadas *por M. javanica.* O tratamento com a *C. juncea* apresenta maiores produtividades e retornos econômicos ao agricultor.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da UFRRJ pelo apoio na execução do trabalho, à EMBRAPA Agrobiologia pela disponibilidade das sementes, à EMATER-MG pela autorização e apoio para execução do trabalho em consonância com as atividades da empresa. À família agricultora pela disponibilidade da área para implantação do experimento e pelo trabalho de produzir alimentos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Ana Paula Cardoso. Manejo integrado do nematóide-das-galhas na cultura da alface. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, p.50, 2020.

ARAÚJO, Ednaldo da Silva; GUERRA, José Guilherme Marinho; ESPINDOLA, José Antônio Azevedo; CRUZ, Luis Cláudio Jordão da; ALVES, Bruno José Rodrigues; URGUIAGA, Segundo. Balanço de nutrientes em área de produção de sementes de Crotalaria juncea nas condições da Baixada Fluminense. *Boletim de Pesquisa 66*. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2010.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio; PAULUS, Gervásio. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. Brasília, 2009.

CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira; ANDREOTE, Fernando Dini. *Microbiologia do solo*. 2. ed. Piracicaba, SP: Esalq, 2016. 221 p.

CARNEIRO, Regina Maria Dechechi Gomes; ALMEIDA, Maria Ritta Alves. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira,* v. 25, p.35-44, 2001.

CHIDICHIMA, Lana Paola da Silva. Reação de plantas de cobertura a diferentes populações de *Meloidogyne javanica.* Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, p.58, 2020.

DE PAULA FILHO, ADELINO CARDOSO. Utilização de nematicidas biológicos para o controle de nematóide de galhas na cultura da alface. Dissertação (Mestrado Profissional em Olericultura) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, 2021.

DINIZ, Ellen Rúbia; VARGAS, Thiago de Oliveira; PEREIRA, Wander Douglas; GUEDES, Amanda Figueiredo; SANTOS, Ricardo Henrique Silva; PETERNELLI, Luiz Alexandre. Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. *Científica,* Jaboticabal, v. 42, n. 1, p. 51–59, 2014.

ESPINDOLA, José Antonio Azevedo; GUERRA, José Guilherme Marinho; DE-POLLI, Helvécio; ALMEIRA,Dejair Lopes de; ABBOUD, Antônio Carlos de Souza. *Adubação verde com leguminosas.* Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 49 p., 2005.

FERRAZ, Luiz Carlos C. Barbosa; BROWN, Derek John Finlay. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, 2016.

FERRAZ, Silamar; FREITAS, Leandro Grassi de. *O controle de fitonematoides por plantas antagonistas e produtos naturais.* Departamento de Fitopatologia-UFV, p. 1-17, 2008.

FERRAZ, Silamar, FREITAS, Leandro Grassi; LOPES, Everaldo; DIAS-ARIEIRA, Claúdia Regina. *Manejo sustentável de fitonematoides.* 1. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2010.

FERREIRA, Daniel Furtado.Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, Paula Santos. Plantas de cobertura no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. p.56.

FRASCA, Laylla Luanna de Mello; REZENDE, Cássia Cristina; SILVA, Mariana Aguiar; LANNA, Anna Cristina; NASCENTE, Adriano Stephan. Effect of bioagents and cover crops on soil attributes and common bean plant development. *Pesquisa Agropecuária Tropical,* v. 53, p. e76044, 2023.

GHINI, Raquel. Capítulo 6: Supressividade de solos e fitopatógenos. In: *Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas*. EMBRAPA, p.211-227, 2003.

LOBO JUNIOR, Murillo; MACEDO, Renan; SANTOS-GOULART, Priscila Ferreira dos. Solos supressivos a doenças. *Bioinsumos na cultura da soja*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 215-226.

LOPES, Paulo Rogério; ARAÚJO, Keila Cássia Santos; RANGEL, Iara Maria Lopes. Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica. *Revista Fitos*, v. 13, n. 2, p. 178-194, 2019.

MELO, Thiago Anchieta de; SERRA, Ilka Márcia Ribeiro de Souza. Materiais vegetais aplicados ao manejo agroecológico de Meloidogyne incognita em tomateiro. *Summa Phytopathologica*, v. 45, n. 1, p. 97–103, jan. 2019.

PINHEIRO, Jadir Borges; PEREIRA, Ricardo Borges; CARVALHO, Agnaldo Donizete Ferreira de; RODIGUES, Cecilia da Silva; SUINAGA, Fabio Akiyosh. *Manejo de nematóides na cultura da alface.* Brasília: Embrapa Circular Técnica, 2013.

PRIMAVESI, Ana. A*groecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura.* São Paulo: Nobel, 1997.

RITZINGER, Cecília Helena Silvino Prata; FANCELLI, Marilene. Manejo Integrado de Nematóides na Cultura da Bananeira**.** In: *Revista Brasileira de Fruticultura,* Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 331-338, Agosto 2006.

RUAS, Elma Dias; BRANDÃO, Isabel Maria de Morais; CARVALHO, Maria Auxiliadora Tavares; SOARES, Maria Helena Pinheiro; MATIAS, Rodrigo Ferreira; GAVA, Ronald Cezar; MESONES, Willy Gustavo de La Piedra. *Metodologia participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável – MEXPAR*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006. p. 134.

SÁ JÚNIOR, Arionaldo de. Aplicação da Classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, 2009, p.101.

SARMENTO, José Júnior Araújo; SANTOS, José Jaciel Ferreira dos; COSTA, Cassiana Cavalcanti; BOMFIM, Marines Pereira. Performance agronômica da alface submetida à adubação verde com diferentes espécies leguminosas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambienta*l v. 23, n. 2, p. 114–118, 2019.

TRINDADE-SANTOS, Matheus Eduardo; CASTRO, Marina Siqueira. Manejo ecológico de solo: chave para o processo de transição agroecológica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 16, n. 1, p. 12-12, 2021.

YURI, Jony Eishi.; MOTA, José Hortêncio; RESENDE, Geraldo Milanez de; SOUZA, Rovilson José de. Nutrição e adubação da cultura da alface. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. *Nutrição e adubação de hortaliças.* Jaboticabal: FCAV/CAPES, cap. 21. p.559-577, 2016.

ZAGO, Sebastião. Cultura de café (Coffea arabica L.) com princípios agroecológicos como opção para a agricultura familiar na região de Penápolis/SP. 2009. 212 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

Submetido em: 31/08/2025 Aceito em: 10/11/2025