



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GUSTAVO LUIZ MENDES

**PALHA DE *Urochloa ruziziensis* NO MANEJO DA GOMOSE
(*Phytophthora nicotianae*) EM POMARES CÍTRICOS**

ARARAS/2025



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GUSTAVO LUIZ MENDES

**PALHA DE *Urochloa ruziziensis* NO MANEJO DA GOMOSE
(*Phytophthora nicotianae*) EM POMARES CÍTRICOS**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar
para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo

Orientadora: Prof. Dr^a. Patrícia Marlucci da Conceição

ARARAS/2025

Dedico este trabalho a minha família, o sonho de se formar em uma das melhores universidades do Brasil só foi possível de ser realizado, devido ao esforço incondicional deles.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Luiz Paulo Mendes JR e Patricia Cristina Conti Mendes, por sempre me apoiarem incondicionalmente e serem o alicerce que me permite evoluir e buscar ser uma pessoa melhor a cada dia. Além disso, agradeço também ao meu irmão Lucas Henrique Mendes e aos meus avós e tios por todo suporte.

Sou igualmente grato à UFSC pela oportunidade de me graduar em uma das melhores universidades do país, onde pude aprofundar conhecimentos em uma área pela qual sou feliz em trabalhar.

Estendo meus agradecimentos ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC/Cordeirópolis), especialmente aos meus orientadores dos projetos de Iniciação Científica (PIBIC), Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo e Dr^a. Patrícia Marlucci da Conceição, pelo apoio no desenvolvimento deste projeto e por toda a confiança depositada em mim durante minha trajetória no Grupo de Desenvolvimento em Citros (GD Citros).

A minha orientadora de Trabalho de Conclusão de Curso, Dra. Patrícia Marlucci da Conceição, deixo minha sincera gratidão pela paciência, dedicação e conhecimento generosamente compartilhados na elaboração deste trabalho.

Sou também muito grato a todos os professores da universidade que, de diferentes formas, contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

Por fim, expresso minha gratidão aos meus amigos da República Adatupanos, lugar que foi fundamental no meu processo de desenvolvimento pessoal e que tenho o prazer de chamar de segunda família. Agradeço a presença constante nos momentos mais marcantes dessa jornada.

**"O único lugar onde o sucesso vem antes do
trabalho é no dicionário"**

Albert Einstein

RESUMO

A citricultura brasileira é líder mundial na produção e exportação de laranja, mas enfrenta sérios desafios fitossanitários, como a gomose causada por *Phytophthora nicotianae*. Visando práticas sustentáveis de manejo, a cobertura do solo com *Urochloa ruziziensis* tem ganhado destaque pelos benefícios ao solo e potencial supressão de patógenos. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da palha de *U. ruziziensis* no manejo da gomose visando contribuir para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes no controle da doença. O experimento foi conduzido em vasos com mudas de limão Cravo, utilizando solo de áreas com seis anos de manejo com roçadora ecológica ou convencional, com ou sem adição de palhada (*mulching*) de *U. ruziziensis*, e com ou sem inoculação de *P. nicotianae*. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×2×2, com seis repetições. Após 62 dias da inoculação, avaliaram-se o crescimento em altura e diâmetro do caule, a massa seca da parte aérea e das raízes, e a severidade da doença (comprimento e largura das lesões na haste). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. As plantas cultivadas em solo coletado de área manejada com roçadora ecológica apresentaram maior crescimento em altura, maior massa seca da parte aérea e menor severidade da doença. A adição de *mulching* mostrou-se benéfica quando aplicada a solos provenientes do manejo convencional, promovendo aumento no diâmetro do caule e na massa seca das raízes, sem intensificar a severidade da gomose. Conclui-se que o manejo com roçadora ecológica e o uso de *U. ruziziensis* são práticas promissoras para integrar estratégias sustentáveis de manejo da gomose em citros.

Palavras-chave: Doença, cobertura vegetal, manejo integrado, sustentabilidade.

ABSTRACT

Brazilian citriculture is the global leader in orange production and export, but it faces serious phytosanitary challenges, such as gummosis caused by *Phytophthora nicotianae*. In pursuit of sustainable management practices, soil cover with *Urochloa ruziziensis* has gained attention for its benefits to soil quality and potential to suppress pathogens. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of *U. ruziziensis* straw on gummosis management, aiming to contribute to the development of more sustainable and efficient agricultural practices for disease control. The experiment was conducted in pots with 'Cravo' lemon seedlings, using soil from areas with six years of ecological or conventional mowing, with or without the addition of *U. ruziziensis* straw (mulching), and with or without inoculation of *P. nicotianae*. A randomized block design was adopted, in a 2×2×2 factorial scheme, with six replicates. After 62 days of inoculation, plant height, stem diameter, shoot and root dry mass, and disease severity (length and width of stem lesions) were evaluated. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared by Tukey's test at 5% significance. Plants grown in soil from areas managed with ecological mowing showed greater height growth, higher shoot dry mass, and lower disease severity. Mulching addition proved beneficial when applied to soils under conventional management, increasing stem diameter and root dry mass without intensifying gummosis severity. It is concluded that ecological mowing and the use of *U. ruziziensis* are promising practices to integrate into sustainable gummosis management strategies in citrus.

Keywords: Disease, ground cover, integrated management, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Desenvolvimento micelial dos 10 isolados de *Phytophthora nicotianae* fornecidos pelo Laboratório Regional de Sorocaba, do Instituto Biológico.20
- Figura 2.** Detalhamento do processo de inoculação do método de discos (micélio + meio de cultura) em tronco de plantas de citros, onde (A) foi retirada a casca de citros em formato de disco de 3mm de diâmetro, (B) após a inoculação do primeiro ponto (aproximadamente 5 cm do solo) e (C) após a inoculação dos dois locais onde foi realizada a inoculação (aproximadamente 5 e 10 cm do solo). 21
- Figura 3.** Lesões nas hastes das plantas de limão Cravo, 14 dias após inoculação com os 10 isolados de *Phytophthora nicotianae*: A – LRS 01/18, B – LRS 02/18, C – LRS 02/19, D – LRS 03/19, E – LRS 13/18, F – LRS 14/18, G – LRS 47/17, H – LRS 48/17, I – LRS 51/17 e J – LRS 52/17. Cordeirópolis/SP, 201926
- Figura 4.** Crescimento em altura das plantas (A e B), crescimento em diâmetro das plantas (C), massa seca da parte aérea (D) e massa seca das raízes (E) das plantas de limão Cravo, em função de solo coletado de diferentes manejos (roçadora ecológica e convencional), com ou sem adição de *mulching* e com ou sem inoculação das hastes com *Phytophthora nicotianae* (Cordeirópolis/SP, 2020).28
- Figura 5.** Comprimento (A e B) e largura das lesões (C e D) causadas por *P. nicotiane* em plantas de limão Cravo, em função de solo coletado de diferentes manejos (roçadora ecológica e convencional), com ou sem adição de *mulching* e com ou sem inoculação das hastes com *Phytophthora nicotianae* (Cordeirópolis/SP, 2020).30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Isolados de *Phytophthora nicotianae* fornecidos pelo Laboratório Regional de Sorocaba (LRS), do Instituto Biológico (IB).19
- Tabela 2.** Experimento em solos provenientes de áreas com diferentes manejos de roçagem, com e sem inoculação de *Phytophthora nicotianae* nas hastes das plantas de limão Cravo, com ou sem mulching de *Urochloa ruziziensis*.23
- Tabela 3.** Valores médios de largura da lesão (LL) e comprimento da lesão (CL) de 10 isolados de *Phytophthora nicotianae* testados em plantas de limão Cravo (Cordeirópolis/SP, 2019).25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Gomose (<i>P. nicotianae</i>) e seu manejo em pomares de citros.....	12
2.2. Efeitos da palhada de <i>U. ruzizensis</i> na ciclagem de nutrientes.....	15
2.3. Influência da <i>U. ruzizensis</i> nas propriedades físicas do solo	17
3. OBJETIVOS	18
3.1. Objetivo geral	18
3.2. Objetivos específicos.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Patogenicidade de <i>P. nicotianae</i> em plantas de citros	18
4.2. Plantas de citros submetidas a inoculação de <i>P. nicotianae</i> na haste da planta.....	21
4.2.1. Avaliações no desenvolvimento vegetativo das plantas de citros	23
4.2.2. Severidade de <i>P. nicotianae</i> na haste de plantas de citros inoculadas com o patógeno	24
4.3. Análise dos dados.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Patogenicidade de <i>P. nicotianae</i> em plantas de citros	24
5.2. Plantas de citros submetidas a inoculação de <i>P. nicotianae</i> na haste da planta.....	26
5.2.1. Avaliações no desenvolvimento vegetativo das plantas de citros	26
5.2.2. Severidade de <i>P. nicotianae</i> na haste de plantas de citros inoculadas com o patógeno	29
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo um dos maiores produtores de frutas cítricas. É o país líder em produção de laranja e exportação de suco de laranja concentrado (FAO, 2023). Apesar do seu protagonismo, a cultura enfrenta desafios fitossanitários significativos, entre eles a gomose (PRATES et al., 2023). A gomose representa um complexo de doenças que podem ocorrer nos citros, provocadas por diferentes espécies do gênero *Phytophthora*. Em nível mundial, são citadas 12 espécies de *Phytophthora* ocorrendo em citros, no entanto, no Brasil, *Phytophthora nicotianae* e *Phytophthora citrophthora* são as espécies mais comuns em pomares, viveiros e sementeiras, sendo *P. nicotianae* a mais predominante. Esta espécie é capaz de causar doenças em todos os órgãos da planta, com maior frequência em raízes, radículas, colo e tronco (BASSANEZI et al., 2016). A gomose compromete o vigor, a produtividade e a longevidade dos pomares (PRATES et al., 2023).

Um manejo eficaz da *P. nicotianae* requer estratégias integradas que devem considerar práticas culturais sustentáveis. Nesse contexto, a espécie forrageira *Urochloa ruziziensis* tem se destacado por sua capacidade de formar cobertura vegetal densa, contribuindo para o controle de plantas daninhas e para a melhoria das propriedades físico-químicas do solo. Além disso, estudos têm demonstrado seu potencial em alterar o ambiente rizosférico e favorecer a qualidade do solo, o que pode contribuir para a redução da incidência de fitopatógenos (MERLIN et al., 2013).

A presença da palhada de *U. ruziziensis* influencia a microbiota do solo por meio da liberação de exsudatos radiculares e da decomposição dos resíduos vegetais, promovendo ambientes favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos benéficos e antagonistas a patógenos. Além disso, estudos apontam que essa cobertura vegetal contribui para a ciclagem de nutrientes, como fósforo e potássio, elementos fundamentais para a manutenção da saúde vegetal (MERLIN, et al., 2013).

Prates et al. (2023) observaram que o uso da palhada de *U. ruziziensis* em áreas com citros não aumentou a severidade da podridão radicular por *P. nicotianae*, e favoreceu o crescimento das plantas. Esses resultados reforçam o

potencial do uso de *Urochloa spp.* como ferramenta complementar no manejo integrado de doenças na citricultura.

A cobertura do solo com *Urochloa ruziziensis* também tem demonstrado efeitos positivos sobre atributos físicos e químicos do solo, especialmente em áreas de citros conduzidas sob manejo intensivo. De acordo com estudos da Embrapa (2022), o uso dessa planta de cobertura nas entrelinhas de pomares contribui significativamente para a conservação da umidade, o aumento da porosidade e a redução da compactação, criando um ambiente edáfico mais favorável ao desenvolvimento das raízes. Além disso, essa cobertura vegetal atua como uma barreira contra a erosão, promove a ciclagem de nutrientes e reduz a infestação de plantas daninhas, diminuindo a necessidade de controle químico e mecânico, o que favorece a sustentabilidade do sistema produtivo.

Em relação à fertilidade do solo, pesquisas conduzidas por Carvalho et al. (2022) demonstram que a palhada de *U. ruziziensis* possui uma taxa de decomposição compatível com as exigências nutricionais da laranjeira, especialmente em períodos de maior demanda fisiológica da planta. A liberação gradual de nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio contribui para a manutenção da disponibilidade desses elementos no solo, reduzindo a dependência de adubações frequentes e promovendo maior eficiência no aproveitamento dos recursos. Além disso, a presença contínua da cobertura vegetal favorece o acúmulo de matéria orgânica, essencial para o equilíbrio biológico da rizosfera e para a supressão de patógenos como *P. nicotianae* por meio da estimulação de microrganismos antagonistas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gomose (*P. nicotianae*) e seu manejo em pomares de citros

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial da citricultura, sendo o maior produtor de laranjas e o principal exportador de suco de laranja concentrado. Segundo dados da Fundecitrus (2023), o cinturão citrícola, que abrange o estado de São Paulo e a região do Triângulo/Sudoeste Mineiro, concentra aproximadamente 75% da produção nacional, com mais de 400 mil hectares cultivados. Apesar de sua relevância econômica, a citricultura brasileira enfrenta diversos desafios fitossanitários, com destaque para doenças de origem

fúngica e bacteriana, além da incidência de pragas que afetam diretamente a produtividade e a sustentabilidade dos pomares.

Entre essas doenças, destaca-se a gomose dos citros, considerada uma das principais enfermidades que acometem o sistema radicular e o tronco das plantas cítricas no país. A doença é causada predominantemente pelo oomiceto *P. nicotianae*, cuja infecção é favorecida por condições de alta umidade no solo, especialmente em áreas com drenagem deficiente. Os sintomas típicos manifestam-se inicialmente com o escurecimento da casca, exsudação de goma e necrose do câmbio, evoluindo para a destruição do floema e interrupção do transporte de seiva. Conseqüentemente, ocorrem clorose, queda de folhas e frutos, e crescimento vegetativo comprometido, além de apodrecimento radicular, o que pode levar à morte da planta (CAIXETA et al., 2013).

Em pomares comerciais brasileiros, as perdas de produtividade associadas à gomose podem variar entre 10% e 30%, com índices de mortalidade superiores a 16% em áreas com histórico da doença, conforme relatado em estudos realizados nos estados do Paraná e Santa Catarina (CAIXETA et al., 2013; VERONA; PACHECO; HUANG, 2023). A elevada mortalidade de mudas e árvores jovens demanda replantio, elevando os custos de produção. Em pomares já estabelecidos, a doença também compromete a qualidade dos frutos, resultando em menor calibre e redução do valor comercial.

Apesar de sua agressividade, a erradicação nem sempre é necessária, uma vez que o controle pode ser efetivo por meio de práticas como a remoção do tecido lesionado, aplicação de calda bordalesa e uso de fosfito de potássio. Este último atua reduzindo a progressão das lesões, podendo permitir que a planta afetada se recupere e mantenha a produção (ROSSETTI, 1947; REZENDE; BRANDÃO; PASCHOLATI, 2023). Em ensaio conduzido por Rezende, Brandão e Pascholati (2023), o tratamento com fosfito reduziu em até 84% a incidência da doença em mudas de tangerineira, além de estimular a síntese de compostos de defesa na planta hospedeira, como fenóis totais e peroxidases. No entanto, em casos nos quais a lesão contorna completamente o tronco, o tombamento torna-se irreversível, sendo necessária a substituição da planta.

Entre as estratégias de prevenção, destaca-se o uso de porta-enxertos mais tolerantes, como trifoliatas [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], que contribuem

significativamente para mitigar os efeitos da gomose (HERCULANO et al., 2003). Além disso, ensaios com cepas de *Trichoderma spp.* têm demonstrado atividade antagônica relevante contra *P. nicotianae*, reduzindo a severidade da doença e evidenciando o potencial do controle biológico como alternativa promissora (PAGIN et al., 2023).

Historicamente, o manejo de doenças do solo na citricultura tem se baseado, predominantemente, no controle químico com o uso de agrotóxicos. No entanto, o uso prolongado e repetitivo desses produtos, sem a devida rotação de princípios ativos, tem gerado preocupações quanto à seleção de isolados patogênicos resistentes. Além disso, a aplicação inadequada desses insumos pode resultar em contaminação ambiental e comprometer a biodiversidade microbiana do solo (DUARTE et al., 2020). Diante desse cenário, estratégias de manejo integrado de doenças têm sido cada vez mais incentivadas, com o objetivo de conciliar eficiência agrônômica e sustentabilidade ambiental, promovendo sistemas mais resilientes e menos dependentes de insumos químicos.

De acordo com Prates et al. (2023), a introdução da palhada de *U. ruzizensis* em pomares com porta-enxerto de limão cravo não apenas evitou o agravamento dos sintomas da podridão causada por *P. nicotianae*, como também contribuiu para a manutenção da umidade e temperatura do solo em níveis menos favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Diante do impacto agrônômico da gomose e da complexidade de seu controle, o manejo dessa doença deve ser integrado e preventivo, combinando o uso de materiais genéticos tolerantes, práticas culturais que promovam a drenagem do solo, utilização de plantas de cobertura, aplicação racional de fungicidas sistêmicos e agentes biológicos. O manejo integrado pode permitir que as plantas sobrevivam, mantenham a produção e prolonguem sua longevidade mesmo em áreas afetadas pela doença. No entanto, em casos mais graves, a erradicação das plantas afetadas torna-se necessária para evitar a continuidade da infecção e preservar a sanidade do pomar.

2.2. Efeitos da palhada de *U. ruziziensis* na ciclagem de nutrientes

O uso de plantas de cobertura tem se mostrado uma alternativa promissora para melhorar a saúde do solo e a supressividade natural a patógenos. Essas plantas contribuem para a cobertura do solo, controle da erosão, ciclagem de nutrientes e estímulo à atividade de microrganismos benéficos. Além disso, a decomposição da palhada libera gradualmente compostos orgânicos e minerais que influenciam a dinâmica microbiana da rizosfera (MERLIN et al., 2013).

A espécie *U. ruziziensis* destaca-se como planta de cobertura devido ao seu crescimento vigoroso, elevada produção de biomassa e boa capacidade de cobertura do solo, características essenciais para a formação de uma palhada persistente (EMBRAPA, 2022). Estudos de Merlin et al. (2013) demonstram que o cultivo dessa planta pode aumentar a disponibilidade de fósforo no solo por meio da liberação de exsudatos radiculares que mobilizam formas menos disponíveis do nutriente. Sua presença também contribui positivamente para a estrutura física do solo, melhorando a infiltração de água e reduzindo a compactação.

Do ponto de vista biológico, a palhada de *U. ruziziensis* favorece o desenvolvimento de comunidades microbianas diversificadas, incluindo fungos micorrízicos, actinobactérias e outros microrganismos com potencial antagonístico a patógenos do solo, tais como *Phytophthora spp.*, *Fusarium spp.* e *Rhizoctonia spp.* (DUARTE et al., 2020; JANEGITZ; ROSOLEM; FERREIRA-ELOY, 2017). Essa associação entre a cobertura morta da *U. ruziziensis* e o aumento da atividade de microrganismos antagonistas configura uma estratégia promissora no manejo integrado de doenças na citricultura, possibilitando reduzir a dependência de insumos químicos e aumentar a resiliência do sistema produtivo.

A palhada de *U. ruziziensis* desempenha um papel fundamental na ciclagem de nutrientes em sistemas agrícolas, especialmente em culturas perenes como os citros. A decomposição gradual de sua biomassa promove a liberação equilibrada de macro e micronutrientes, contribuindo para a manutenção da fertilidade do solo e o funcionamento eficiente da rizosfera. Janegitz, Rosolem e Ferreira Eloy (2017) destacam que essa cobertura estimula

a mineralização do fósforo orgânico, reduzindo sua fixação em formas pouco disponíveis e aumentando a disponibilidade do nutriente para as plantas subsequentes.

Complementando essas evidências, Merlin, He e Rosolem (2013) observaram que o cultivo de *U. ruziziensis* eleva os teores de fósforo, tanto na fração inorgânica quanto na orgânica, principalmente em solos corrigidos com fosfatos naturais. A cobertura ainda promove melhorias na relação C/N, estimulando a atividade microbiana, o acúmulo de matéria orgânica e a estruturação do solo, sendo benéfica para a retenção de água e a eficiência física do substrato.

Além do fósforo, a decomposição da palhada de *U. ruziziensis* influencia significativamente a disponibilidade de outros macronutrientes, como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. Estudos conduzidos por Janegitz et al. (2011) indicam que essa cobertura vegetal também afeta a dinâmica de micronutrientes como zinco, ferro e manganês, nutrientes fundamentais para o metabolismo vegetal e o desenvolvimento radicular. A melhoria na disponibilidade e na retenção desses elementos favorece o crescimento das plantas cítricas, especialmente em ambientes com histórico de degradação física ou esgotamento químico do solo, reforçando o papel estratégico da *U. ruziziensis* na sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Além disso, pesquisas da Embrapa indicam que a palhada de *U. ruziziensis* pode fornecer cerca de 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 33 kg ha⁻¹ de K₂O por ciclo, valores que, em alguns casos, superam a extração desses nutrientes pela cultura subsequente, como a soja (BETTA et al., 2008). Estudos de longo prazo demonstram que *U. ruziziensis* é capaz de mobilizar fósforo de camadas profundas do solo (até 80 cm), devido ao seu sistema radicular vigoroso, o que contribui para aumentar a ciclagem e a utilização eficiente do fósforo em rotações com culturas como soja e café (ALMEIDA, 2018). Esse mecanismo também favorece micronutrientes como cálcio, magnésio, ferro e zinco, fundamentais para a formação e resistência do sistema radicular em citros.

Em síntese, a palhada de *U. ruziziensis* exerce efeitos positivos em diversos nutrientes, fósforo, potássio, nitrogênio, cálcio e micronutrientes, e melhora propriedades do solo, o que fortalece a saúde radicular das plantas cítricas.

2.3. Influência da *U. ruziziensis* nas propriedades físicas do solo

O uso de coberturas vegetais tem se mostrado uma estratégia eficaz para a conservação das propriedades físicas do solo, especialmente em áreas cultivadas com citros. Dentre as espécies utilizadas, *U. ruziziensis* destaca-se por apresentar um sistema radicular vigoroso e elevada produção de biomassa, fatores que contribuem para a melhoria da estrutura do solo e o aumento da matéria orgânica. A palhada proveniente dessa espécie atua diretamente na redução da compactação superficial e no aumento da porosidade do solo, resultando em maior capacidade de infiltração e retenção de água (CARVALHO et al., 2022).

Estudos desenvolvidos pela Embrapa (2023) demonstraram que a adoção de *U. ruziziensis* em entrelinhas de citros é capaz de reduzir perdas de solo por erosão em até 90%, quando comparado a áreas manejadas apenas com roçadeira ou expostas. Além disso, a cobertura vegetal contribui para a formação de agregados estáveis, melhora o balanço hídrico e reduz variações bruscas de temperatura na superfície do solo, fatores que favorecem o desenvolvimento das raízes e a absorção de nutrientes.

Outro benefício observado é o aumento da infiltração de água no perfil do solo. Em áreas com histórico de compactação, a presença da cobertura vegetal proporcionada pela *U. ruziziensis* promove uma redistribuição das cargas mecânicas, reduzindo a densidade aparente e melhorando o espaço poroso total, o que contribui para o desenvolvimento de uma rizosfera mais ativa e aerada (FERREIRA et al., 2021).

Dessa forma, o plantio da *U. ruziziensis* nas entrelinhas de citros contribui significativamente para a recuperação e manutenção da qualidade física do solo em pomares de citros, sendo uma ferramenta eficaz para a sustentabilidade dos sistemas produtivos e para a resiliência frente a eventos climáticos extremos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito da palha de *U. ruzizensis* no manejo da gomose (*P. nicotianae*), visando contribuir para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes no controle da doença.

3.2. Objetivos específicos

Avaliar os efeitos da *P. nicotianae* no desenvolvimento vegetativo (parte aérea) de plantas de citros cultivadas em solo proveniente de pomar de citros com uso de roçadora, ecológica ou convencional, no manejo da *U. ruzizensis*, com ou sem presença de palha sob o solo.

Analisar a severidade das lesões causadas por *P. nicotianae* na haste de plantas cítricas cultivadas em solos oriundos de pomar conduzido com *U. ruzizensis* sob diferentes formas de manejo (roçadora ecológica ou convencional), com e sem a manutenção de palhada sobre a superfície do solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Patogenicidade de *P. nicotianae* em plantas de citros

Para a seleção do isolado utilizado no experimento de inoculação na haste da planta (item 4.2), foi realizada uma avaliação da patogenicidade dos isolados cedidos pelo Laboratório Regional de Sorocaba, do Instituto Biológico (IB). Foram cedidos dez isolados (Tabela 1) pertencentes a Coleção de Culturas de *Phytophthora* spp. da Micoteca “Dra. Victoria Rossetti”, do IB. As avaliações da patogenicidade foram feitas no Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Instituto Agrônomo – IAC, em Cordeirópolis/SP, durante o período de 15/07/2019 a 02/09/2019.

Tabela 1. Isolados de *Phytophthora nicotianae* fornecidos pelo Laboratório Regional de Sorocaba (LRS), do Instituto Biológico (IB).

Nº Isolado*	Hospedeiro	Município	Data do Isolamento
LRS 01/18	Lar. Hamlin/Tang. Cleópatra	Taquarituba/SP	20/03/2018
LRS 02/18	Lar. Hamlin/Tang. Cleópatra	Taquarituba/SP	20/03/2018
LRS 02/19	Lar. Pera Rio/Limão Cravo	Bebedouro/SP	03/01/2019
LRS 03/19	Lar. Pera Rio/Limão Cravo	Bebedouro/SP	03/01/2019
LRS 13/18	Limão Cravo	São Bento do Sapucaí/SP	27/04/2018
LRS 14/18	Limão Cravo	São Bento do Sapucaí/SP	27/04/2018
LRS 47/17	Lar. Hamlin/Tang. Cleópatra	Lucianópolis/SP	31/07/2017
LRS 48/17	Lar. Hamlin/Tang. Cleópatra	Lucianópolis/SP	31/07/2017
LRS 51/17	Lar. Sanguinelli/Limão Cravo	Araraquara/SP	07/08/2017
LRS 52/17	Lar. Sanguinelli/Limão Cravo	Araraquara/SP	07/08/2017

* Identificação do isolado na Micoteca “Dra. Victoria Rossetti”, do IB.

Para a avaliação da patogenicidade, colônias dos dez isolados foram cultivadas em meio cenoura-agar (Figura 1) e incubadas em estufa tipo B.O.D. a 25 °C, sob fotoperíodo contínuo de 24 horas, durante sete dias. A partir dessas colônias, foram retirados discos de micélio com 3,0 mm de diâmetro. As hastes de plantas de limão Cravo [*Citrus limonia* Osbeck], com 12 meses de idade, foram inoculadas utilizando os discos de micélio de *P. nicotianae*.

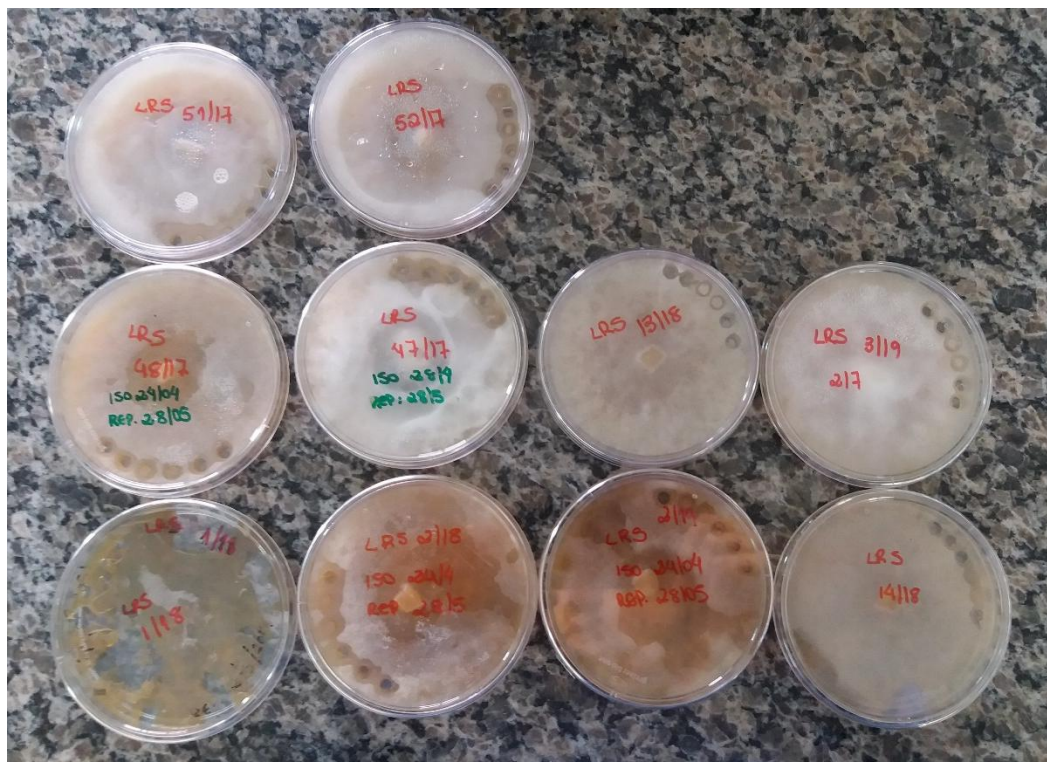


Figura 1. Desenvolvimento micelial dos 10 isolados de *Phytophthora nicotianae* fornecidos pelo Laboratório Regional de Sorocaba, do Instituto Biológico.

O método de inoculação do disco consistiu na deposição do disco (micélio + meio de cultura) em hastes de plantas de limão cravo, em uma área da casca anteriormente demarcada com auxílio de um furador de rolhas. Primeiramente, foi removido o disco da casca da planta (Figura 2 A) e depositado em seguida o disco de meio de cultura infectado com *P. nicotianae* sobre a região do câmbio exposta. Posteriormente, o disco de casca destacada foi recolocado, pressionando-se o inóculo contra o lenho. A área de inoculação foi então protegida com algodão umedecido recobrimo-se com fita adesiva para se evitar a inativação do inóculo e garantir condições favoráveis às infecções (Figura 2B). Foram realizados dois pontos de inoculação por planta, localizados a 5 e 10 cm acima do nível do solo (Figura 2C).

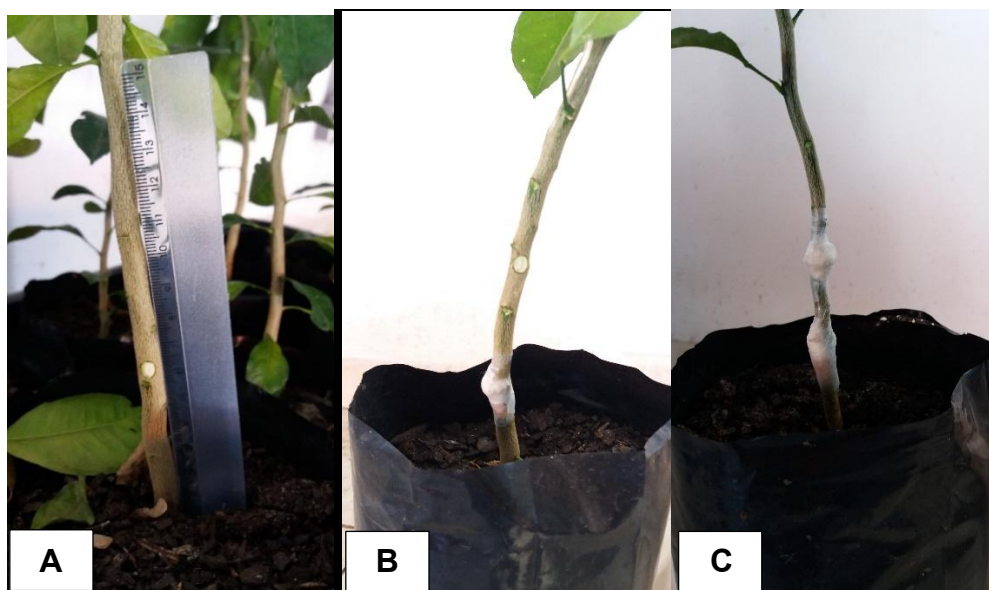


Figura 2. Detalhamento do processo de inoculação do método de discos (micélio + meio de cultura) em tronco de plantas de citros, onde (A) foi retirada a casca de citros em formato de disco de 3mm de diâmetro, (B) após a inoculação do primeiro ponto (aproximadamente 5 cm do solo) e (C) após a inoculação dos dois locais onde foi realizada a inoculação (aproximadamente 5 e 10 cm do solo).

Após o processo de inoculação, todas as plantas foram mantidas sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de aproximadamente $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas, durante 14 dias. Decorrido esse período, as cascas, juntamente com o algodão umedecido foram removidas, expondo as lesões para a medição de seu comprimento e largura.

4.2. Plantas de citros submetidas a inoculação de *P. nicotianae* na haste da planta

Para avaliar a severidade de *P. nicotianae* na haste de plantas de citros, foi instalado um experimento durante o período de 11/08/2020 a 16/11/2020. Nesse experimento o inóculo utilizado LRS 13/18 foi selecionado a partir do teste de patogenicidade (item 4.1).

Para o experimento foram coletadas amostras de solo de um pomar de laranja Hamlin [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada em limão Cravo, conduzido no espaçamento de 6,5 x 2,0 m e com presença de *U. ruziensis* na entrelinha. O pomar apresentava histórico de seis anos de manejo das entrelinhas, sendo que parte delas era manejada com roçadora ecológica (lança toda massa vegetal da entrelinha para a linha de cultivo sob a copa das plantas

de citros), enquanto as demais com o uso da roçadora convencional. Foram selecionadas duas linhas de plantio de citros, uma representando cada sistema de manejo das entrelinhas (roçadora ecológica e roçadora convencional), e o solo foi coletado em dois pontos de cada linha, a 20 cm de profundidade.

Os solos provenientes dos dois pontos de coleta foram homogeneizados e peneirados, sendo posteriormente acondicionados em sacolas plásticas com capacidade de 3 L. Plantas de limão Cravo, com aproximadamente três meses de idade, foram transplantadas para as sacolas contendo 2 L de solo (manejo com roçadora ecológica ou roçadora convencional), com o objetivo de permitir o estabelecimento do sistema radicular. Na mesma data, foi realizada a poda das plantas, visando à padronização do porte e o estímulo do desenvolvimento vegetativo.

Aos 50 dias após o transplântio, quando as mudas já se encontravam bem estabelecidas, foi realizada a inoculação do patógeno. A metodologia de inoculação de *P. nicotianae* para esse experimento foi a mesma descrita no teste de patogenicidade (item 4.1.), com um pequeno ajuste, realizaram-se duas inoculações a 5 cm do solo, em lados opostos da planta, possibilitando que ambas ficassem cobertas pela palhada de *U. ruziensis*.

Para os tratamentos que simularam a cobertura (*mulching*) proporcionado pelo uso da roçadora ecológica, foram utilizados 15 gramas (9 t ha^{-1}) de fitomassa de *U. ruziensis* seca, sobre o solo, aplicados em dois momentos, sete dias antes da inoculação do patógeno e no dia da inoculação. Essa fitomassa era composta das hastes e folhas de *U. ruziensis* coletadas em uma área experimental da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, Araras/SP), com histórico de cinco anos de cultivo dessa espécie na entrelinha de citros, posteriormente seca por 72 horas em estufa a 65 °C.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, em esquema experimental fatorial de 2x2x2, sendo o solo para o plantio das mudas coletado de dois manejos de roçagem de entrelinha: ecológica e convencional; plantas sem e com inoculação da haste com *P. nicotianae*; dois tipos de cobertura do solo: com *mulching* de *U. ruziensis* e sem *mulching* (Tabela 2). O experimento continha seis repetições onde cada unidade experimental foi composta por uma planta.

Tabela 2. Experimento em solos provenientes de áreas com diferentes manejos de roçagem, com e sem inoculação de *Phytophthora nicotianae* nas hastes das plantas de limão Cravo, com ou sem *mulching* de *Urochloa ruziziensis*.

Tipo de solo	Inoculação com <i>P. nicotianae</i>	<i>Mulching</i> de <i>U. ruziziensis</i>
Solo manejado RE*	Não inoculado	Sem <i>mulching</i>
Solo manejado RE	Não inoculado	Com <i>mulching</i>
Solo manejado RE	Inoculado	Sem <i>mulching</i>
Solo manejado RE	Inoculado	Com <i>mulching</i>
Solo manejado RC	Não inoculado	Sem <i>mulching</i>
Solo manejado RC	Não inoculado	Com <i>mulching</i>
Solo manejado RC	Inoculado	Sem <i>mulching</i>
Solo manejado RC	Inoculado	Com <i>mulching</i>

*RE = roçadora ecológica; RC = roçadora convencional

No dia da inoculação das plantas foram realizadas as avaliações prévias do diâmetro do caule (cm) na região próxima ao primeiro ponto de inoculação (5 cm de altura do solo) e altura das plantas (cm), com auxílio de paquímetro e régua, respectivamente. Após a inoculação, as mudas de limão Cravo foram mantidas em ambiente controlado no Centro de Citricultura 'Sylvio Moreira', Instituto Agrônomo – IAC em Cordeirópolis/SP, durante 62 dias em temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar em torno de $80 \pm 10\%$ e irrigação a cada dois dias por gotejamento, para irrigar as plantas; e aspersão, para manter os inóculos úmidos.

4.2.1. Avaliações no desenvolvimento vegetativo das plantas de citros

Após 62 dias da inoculação das plantas foram avaliadas as seguintes variáveis na parte aérea das plantas:

- i Crescimento das plantas (cm), considerando a diferença da altura das plantas (cm) aos 62 dias após inoculação em relação a avaliação prévia. A altura das plantas foi mensurada do solo até a folha mais nova com auxílio de régua;
- ii Crescimento do diâmetro dos caules (cm), considerando a diferença do diâmetro do caule das plantas (cm) aos 62 dias após inoculação em relação a

avaliação prévia. O local da avaliação do diâmetro do caule foi padronizado, a 5 cm do solo, utilizando-se paquímetro para tal;

iii Massa seca da parte aérea (g), após o material vegetal composto por folhas, ramos e haste ter sido cortado e colocado individualmente em sacos de papel e colocado para secar em estufa a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente pesado em balança analítica.

iv Massa seca das raízes (g), após a coleta, o sistema radicular das plantas foi cuidadosamente lavado em água corrente para a remoção de partículas de solo. Em seguida, as raízes foram secas com papel absorvente, acondicionadas individualmente em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas. Após esse período, foram pesadas em balança analítica para determinação da massa seca.

4.2.2. Severidade de *P. nicotianae* na haste de plantas de citros inoculadas com o patógeno

Após 62 dias da inoculação, as plantas foram retiradas do solo e lavadas cuidadosamente, e realizou-se a avaliação de severidade de *P. nicotianae* na haste, medindo-se o comprimento e largura das lesões (SIVIERO, 2002).

4.3. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011), sendo realizado o desdobramento, quando houve efeito significativo da interação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Patogenicidade de *P. nicotianae* em plantas de citros

Os dez isolados de *P. nicotianae* avaliados demonstraram patogenicidade em plantas de limão Cravo, evidenciada pela formação de lesões no tronco. Não foram observadas diferenças entre os isolados para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 3). As dimensões das lesões apresentaram amplitude de 0,25 a 0,63 cm em largura e de 0,33 a 0,78 cm em comprimento (Tabela 3).

Resultados similares foram reportados por Caixeta (2010), que avaliou a patogenicidade de 21 isolados de *Phytophthora* spp. em mudas de limão Cravo, encontrando comprimento médio das lesões variando entre 0,5 e 1,6 cm, valores ligeiramente superiores aos observados no presente estudo.

Considerando a similaridade na capacidade patogênica entre os isolados testados, todos os patógenos apresentaram potencial para utilização nos experimentos subsequentes. Entretanto, o isolado LRS 13/18 foi selecionado com base em critérios complementares, entre os quais se destacam: (i) os maiores valores médios de largura e comprimento das lesões induzidas nas plantas hospedeiras (Tabela 3 e Figura 3), e (ii) a maior facilidade de multiplicação *in vitro*, aliada à menor incidência de contaminação durante o cultivo.

Tabela 3. Valores médios de largura da lesão (LL) e comprimento da lesão (CL) de 10 isolados de *Phytophthora nicotianae* testados em plantas de limão Cravo (Cordeirópolis/SP, 2019).

Nº Isolado	LL (cm)*	CL (cm)*
LRS 01/18	0,43 a ¹	0,53 a
LRS 02/18	0,25 a	0,33 a
LRS 02/19	0,58 a	0,65 a
LRS 03/19	0,48 a	0,78 a
LRS 13/18	0,65 a	0,95 a
LRS 14/18	0,30 a	0,53 a
LRS 47/17	0,48 a	0,63 a
LRS 48/17	0,43 a	0,73 a
LRS 51/17	0,63 a	0,63 a
LRS 52/17	0,33 a	0,33 a
C.V. (%)	55,21	52,49

*Os valores correspondem a média dos dois pontos inoculados (5 e 10 cm de altura).¹Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si (Tukey, 5%).

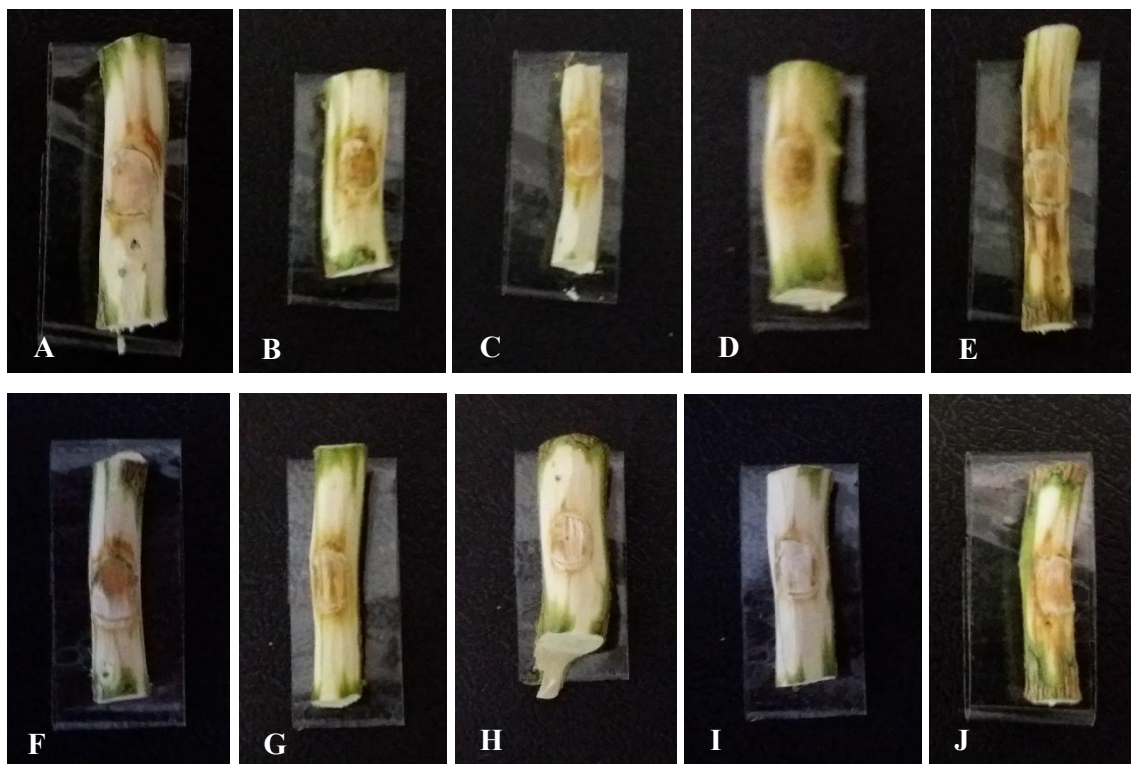


Figura 3. Lesões nas hastes das plantas de limão Cravo, 14 dias após inoculação com os 10 isolados de *Phytophthora nicotianae*: A – LRS 01/18, B – LRS 02/18, C – LRS 02/19, D – LRS 03/19, E – LRS 13/18, F – LRS 14/18, G – LRS 47/17, H – LRS 48/17, I – LRS 51/17 e J – LRS 52/17. Cordeirópolis/SP, 2019

5.2. Plantas de citros submetidas a inoculação de *P. nicotianae* na haste da planta

5.2.1. Avaliações no desenvolvimento vegetativo das plantas de citros

Na avaliação do crescimento em altura das plantas verificou-se que, em solo proveniente do manejo com roçadora ecológica, as plantas inoculadas com *P. nicotianae* apresentaram maior estatura do que as não inoculadas (Figura 4A). Esse resultado, aparentemente contraditório, pode decorrer da ativação de respostas fisiológicas compensatórias nas plantas induzidas pelo patógeno (Larcher, 2004). No entanto, no solo manejado com roçadora convencional, as plantas não inoculadas cresceram mais, evidenciando maior sensibilidade das plantas infectadas nesse sistema de manejo (Figura 4A).

Avaliando apenas as plantas inoculadas, aquelas cultivadas no solo proveniente do manejo com roçadora ecológica exibiram maior crescimento em altura do que as plantas cultivadas em solo proveniente do manejo com roçadora

convencional (Figura 4A). Tal desempenho pode ser atribuído às condições físicas, químicas e biológicas superiores do solo coberto pela palhada persistente de *U. ruziziensis*, que mantém um microclima mais estável, estimula microrganismos benéficos e reduz condições favoráveis ao patógeno (Prates et al., 2023). Segundo Cadavid et al. (1998) e Gill et al. (1996) as coberturas vegetais fornecem nutrientes, estimulam o enraizamento superficial, amortecem variações térmicas e reduzem a evaporação. Stamets e Chilton (1983) salientam que a camada de resíduos vegetais protege contra perdas de água, cria um microclima úmido ao redor das raízes e favorece microrganismos benéficos, contribuindo para populações naturais de antagonistas e, conseqüentemente, para o equilíbrio microbiológico do solo.

Nos tratamentos sem *mulching*, o solo manejado com roçadora ecológica propiciou maior crescimento em altura (Figura 4B), possivelmente devido aos efeitos residuais da palhada anterior. Nos tratamentos com *mulching*, a cobertura uniformizou as condições edáficas, eliminando diferenças significativas entre os manejos (Figura 4B).

Para o diâmetro do caule e a massa seca das raízes, a adição do *mulching* aumentou ambos os parâmetros quando associado a roçadora convencional (Figuras 4C e 4E), evidenciando seu efeito compensatório em solos com menor aporte orgânico. Por outro lado, na ausência de *mulching*, o manejo com roçadora ecológica resultou em maior diâmetro e acúmulo de massa seca radicular, devido os benefícios da cobertura natural contínua de *U. ruziziensis* (Figuras 4C e 4E).

A massa seca da parte aérea das plantas cultivadas em solo manejado com roçadora ecológica foi maior na ausência de *mulching* (Figura 4D). Isso pode estar relacionado à boa estrutura física e biológica do solo nesse sistema, o que teria reduzido a necessidade de adição de cobertura. Nessas condições, o *mulching* pode não ter promovido benefícios adicionais e, possivelmente, até limitado o desenvolvimento das plantas.

Esses resultados, em conjunto, evidenciam que o manejo com roçadora ecológica, mesmo sem adição de *mulching*, promoveu um ambiente edáfico que melhora o crescimento de plantas cítricas, enquanto a adição de *mulching* no solo melhora as condições do solo em sistemas convencionais, compensando a menor qualidade do solo.

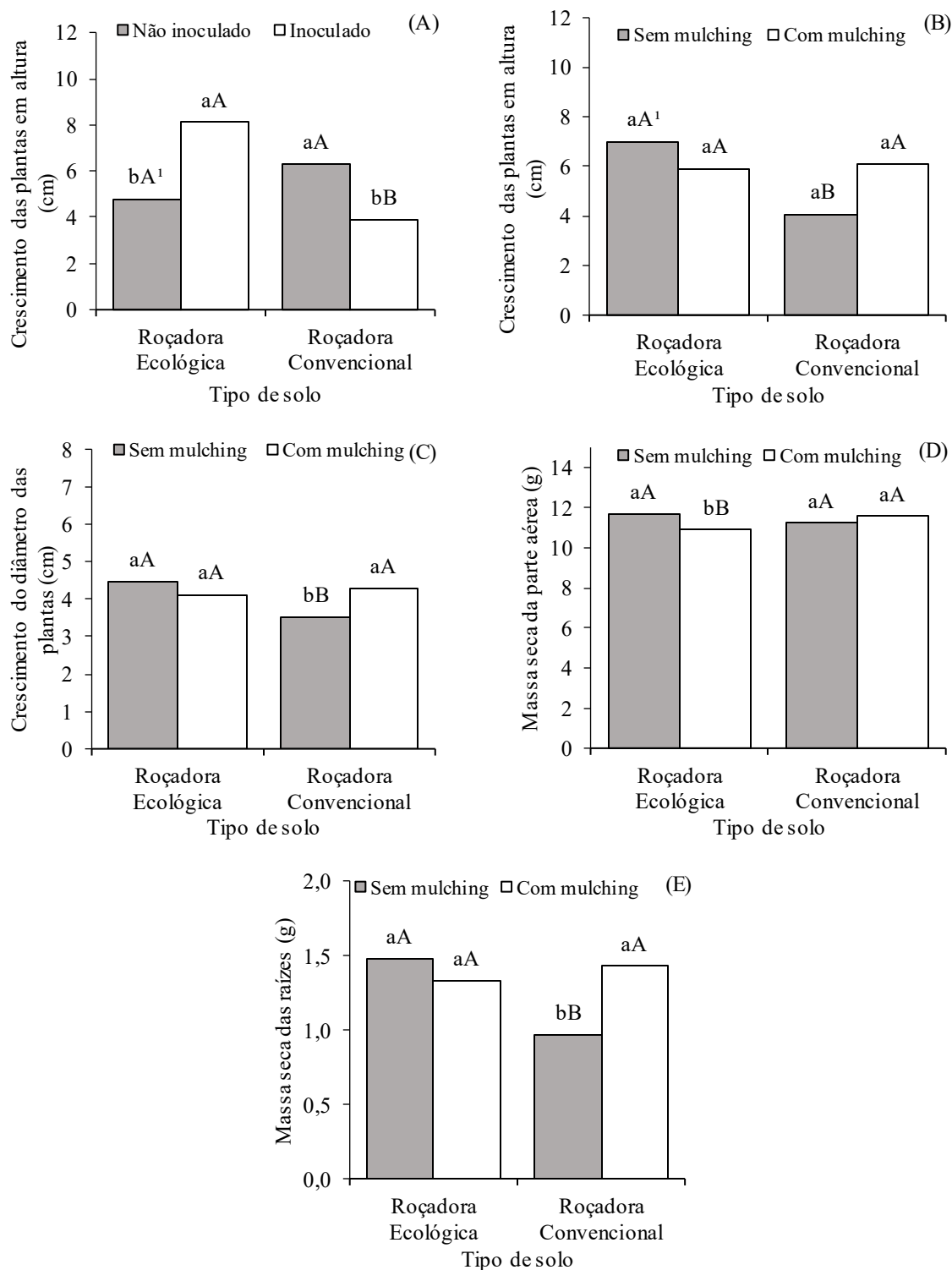


Figura 4. Crescimento em altura das plantas (A e B), crescimento em diâmetro das plantas (C), massa seca da parte aérea (D) e massa seca das raízes (E) das plantas de limão Cravo, em função de solo coletado de diferentes manejos (roçadora ecológica e convencional), com ou sem adição de *mulching* e com ou sem inoculação das hastes com *Phytophthora nicotianae* (Cordeirópolis/SP, 2020).

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si dentro da mesma roçadora, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre roçadoras diferentes, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2.2. Severidade de *P. nicotianae* na haste de plantas de citros inoculadas com o patógeno

A adição ou não da cobertura morta (*mulching*) de *U. ruziziensis* não exerceu influência no comprimento e largura das lesões (dados não demonstrados). O comprimento e a largura das lesões causadas por *P. nicotianae* foram inferiores nas plantas cultivadas em solo proveniente de áreas manejadas com roçadora ecológica (Figura 5A e 5C). Esse resultado pode ser atribuído às melhores condições físico-químicas e biológicas do solo proporcionadas por esse tipo de manejo, especialmente pela presença contínua da cobertura de *U. ruziziensis*, que contribui para a supressão do patógeno, seja por meio da indução de resistência na planta ou pela promoção de um ambiente mais favorável à atividade de microrganismos antagonistas.

O comprimento e a largura das lesões foram superiores nos tratamentos que receberam a inoculação de *P. nicotianae* (Figura 5B e 5D), confirmando a patogenicidade do isolado utilizado. No entanto, observa-se que, mesmo nos tratamentos sem a inoculação direta do patógeno, houve a formação de lesões, o que pode ser explicado pela possível presença natural de *P. nicotianae* no solo utilizado, oriundo de áreas com histórico da doença. Essa ocorrência pode indicar a persistência do patógeno no ambiente e sua capacidade de sobreviver em estruturas reprodutivas resistentes, o que reforça a importância de práticas preventivas e integradas de manejo para reduzir o inóculo inicial e limitar a dispersão da doença no campo.

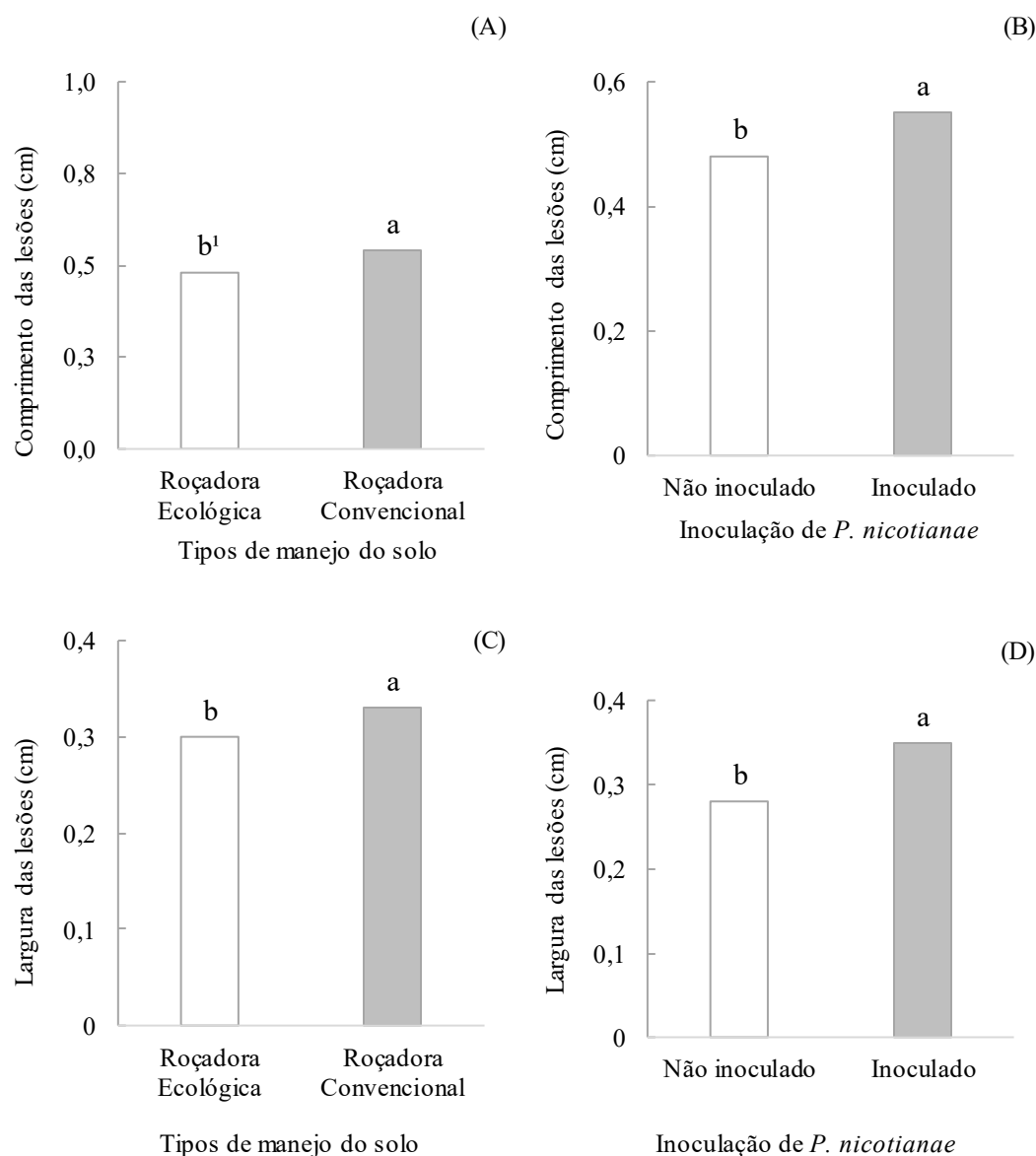


Figura 5. Comprimento (A e B) e largura das lesões (C e D) causadas por *P. nicotianae* em plantas de limão Cravo, em função de solo coletado de diferentes manejos (roçadora ecológica e convencional), com ou sem adição de *mulching* e com ou sem inoculação das hastes com *Phytophthora nicotianae* (Cordeirópolis/SP, 2020).

¹Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si (Tukey, 5%).

Por se tratar de uma doença altamente agressiva sob condições favoráveis, há uma preocupação recorrente por parte dos citricultores quanto ao possível impacto do *mulching* de *U. ruzizensis*, oriundo do manejo com roçadora ecológica, sobre o aumento da severidade da gomose causada por *P. nicotianae* em citros. Contudo, os resultados obtidos neste estudo indicam que tal

incremento na severidade da doença não foi observado, corroborando a viabilidade e a segurança da adoção dessa prática. Pelo contrário, os benefícios proporcionados pelo manejo com cobertura vegetal, especialmente a melhoria nas propriedades físicas e biológicas do solo, favoreceram o desenvolvimento das plantas, mesmo em presença do patógeno.

Dessa forma, o uso do *mulching* de *U. ruzizensis*, associado a outras estratégias de manejo integrado, como a seleção de porta-enxertos ou cultivares tolerantes ou resistentes, o uso de mudas e água isentas de *Phytophthora*, a prevenção de ferimentos em raízes e troncos, bem como a implantação dos pomares em solos bem drenados e com manejo hídrico adequado, mostra-se promissor para o controle da gomose em citros.

Apesar dos resultados positivos obtidos neste trabalho, destaca-se a importância da realização de estudos complementares que avaliem o efeito dessa prática em plantas adultas e sob condições prolongadas de campo, a fim de consolidar seu uso como uma ferramenta sustentável e eficaz no manejo da doença.

6. CONCLUSÃO

As plantas cultivadas em solo manejado com roçadora ecológica apresentam maior crescimento vegetativo, mesmo na presença do patógeno, além de menor severidade das lesões.

A adição de *mulching* trouxe benefícios em solos manejados com a roçadora convencional, compensando a menor fertilidade e melhorando o crescimento radicular e do caule. Destaca-se que o uso do *mulching* de *U. ruzizensis* não aumentou a severidade da gomose, contrariando preocupações de produtores.

Conclui-se que o manejo ecológico com *U. ruzizensis* é uma prática viável e sustentável, com potencial para integrar estratégias de manejo integrado de doenças em citros. Novos estudos em plantas adultas e condições de campo são recomendados para consolidar esses resultados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. S. **Disponibilidade de fósforo e produtividade de soja em rotação com *Urochloa ruziziensis***. Tese (Doutorado), UNESP, 2018.

BASSANEZI, R.B.; SILVA JUNIOR, G.J.; FEICHTENBERGER, E.; BELASQUE JUNIOR, J.; BEHLAU, F.; WULF, N.A. Doenças dos citros (*Citrus* spp.). In: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 5. ed.v.2. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016 p. 271-306.

BETTA, M.; OLIVEIRA, D. D. de; FERREIRA FILHO, S. M.; CASTRO, D. S.; ARAÚJO, E. A. de C.; SIMON, G.; BENITES, V. M. Efeito da *Brachiaria ruziziensis* sobre a ciclagem do fósforo, potássio e produtividade da soja. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 17., 2008, Rio de Janeiro. *Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais*. Rio de Janeiro: SBCS; Embrapa Solos; Embrapa Agrobiologia, 2008. p. 97-100.

CADAVID, L.F.; EI-SHARKAWY, M.A.; ACOSTA, A.; SANCHES, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in Northern Colombia. **Field**, 1998, 57, 45-56.

CAIXETA, M. P.; NUNES, W. M. C.; SANTOS, A. F.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B. Espécies de *Phytophthora* associadas à gomose em pomares de citros no Estado do Paraná, Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, 2013.

CARVALHO, J. E. B. de; XAVIER, F. A. da S.; SANTOS, N. S. dos. **Decomposição e liberação de nutrientes por diferentes plantas de cobertura em um pomar de laranjeira**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2022.

DUARTE, C. F. D. et al. Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em *Urochloa ruziziensis*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, e630985978, 2020.

EMBRAPA. BRS Integra: cultivar de *Brachiaria ruziziensis* para sistemas de produção sustentáveis; Embrapa Gado de Corte, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/6848/brachiaria-ruziziensis-grass---brs-integra?utm_source=chatgpt.com . Acesso em: 08 jun. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT – Dados de produção agrícola. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/>.

FEICHTENBERGER, E.; ZENTMYER, G.A.; MENGE, J.A. Identity of *Phytophthora* isolated from milkweed vine. *Phytopathology*, **Saint Paul**, v.74, n.1, p.50-55, 1984.

FERREIRA, L. R.; BUENO, W. P.; SILVA, M. A. et al. Compactação e qualidade física do solo em função de plantas de cobertura. **Ciência Rural**, v. 51, n. 3, e20200273, 2021.

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

FUNDECITRUS – Fundo de Defesa da Citricultura. **Informações sobre o parque citrícola**. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2023. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/>. Acesso em: 25 maio 2025.

GILL, K.S.; GAJRI, P.R.; CHAUDHARY, M.R.; SINGH, B. Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. **Soil Tillage Research**, 1996, 39, 213-227.

GUSMAO, M. R.; SOUZA, F. H. D. de; GIRARDI, E. A.; MOLTOCARO, R. C. R.; GALVAO, J. A. H.; CARVALHO, J. E. B. de; XAVIER, F. A. da S.. EMBRAPA. **Avaliação do potencial de uso de gramíneas nativas para a cobertura do solo em entrelinhas de pomar de citros**. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 2022.

JANEGITZ, M. C.; INOUE, B. S.; ROSOLEM, C. A. Formas de fósforo no solo após o cultivo de braquiária e tremoço branco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 804–810, 2011.

JANEGITZ, M. C.; ROSOLEM, C. A.; FERREIRA-ELOY, N. R. Espécies de *Urochloa* afetam diferencialmente a disponibilidade de fósforo no solo. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 2, p. 34–40, 2017.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

MERLIN, A.; HE, Z.; ROSOLEM, C. Efeito da braquiária na disponibilidade de fósforo em solos fertilizados com fosfatos solúveis e reativos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 237–246, 2013.

PACHECO, L. P. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2009.

PAGIN, E. B.; TOFFANO, L.; MAZZONETTO, F.; MELO, V. P. de. Antagonismo in vitro de isolados de *Trichoderma* spp. frente a *P. nicotianae*. **Revista VIDA: Exatas e Ciências da Terra**, v. 1, n. 2, p. 21-33, 2023.

PRATES, C. B. et al. Phytophthora root rot in Rangpur lime cultivated in soil managed with ecological and conventional mower. **Horticulturae**, Basel, v. 9, n. 8, p. 929, 2023.

REZENDE, D. C.; BRANDÃO, D. F. R.; PASCHOLATI, S. F. Fosfito de potássio no manejo da gomose em citros. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2023.

ROSSETTI, V.V. Estudos sobre a “gomose de *Phytophthora*” dos citrus: I. suscetibilidade de diversas espécies cítricas a algumas espécies de *Phytophthora*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.18, p.97-124, 1947.

SILVA, M. A.; SOUZA, R. F.; OLIVEIRA, J. P. Efeito da palhada de *Urochloa ruziziensis* na ciclagem de fósforo e na microbiota do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, e023045, 2023.

SIVIERO, A. **Avaliação de métodos de inoculação de *Phytophthora parasítica* e mapeamento de QTLs de resistência em híbridos de *Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata* à gomose**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Dr. Diss. 2001.

SIVIERO, A., FURTADO, E.L., BOAVA, L.P., BARBASSO, D.V. & MACHADO, M.A. Avaliação de métodos de inoculação de *Phytophthora parasítica* em plântulas e plantas jovens de citros. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 574-580. 2002.

STAMETS, P.; CHILTON, J.S. **The mushroom cultivator**. Washington: Agrikon Press, 1983, 415p.

VERONA, L. A. F.; PACHECO, A. C.; HUANG, G. F. Gomose dos citros no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 12, n. 3, p. 17-19, 2023.