

**Influências das interações Patógeno- Hospedeiro- Meio Ambiente nas funções  
Biológicas das plantas**  
**Nfluences of Pathogen- Host interactions in the Environment on the Biological functions  
of plants**  
**Influencias de las interacciones Patógeno- Huésped en el Medio Ambiente sobre las  
funciones Biológicas de las plantas**

Recebido: 02/09/2020 | Revisado: 11/09/2020 | Aceito: 15/09/2020 | Publicado: 17/09/2020

**Natanielle de Oliveira Gomes Leite**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3409-6448>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [nataniellegomes@hotmail.com](mailto:nataniellegomes@hotmail.com)

**Aleyres Bispo Chagas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5183-2064>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [aleyresbispo1997@gmail.com](mailto:aleyresbispo1997@gmail.com)

**Marília Layse Alves da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7282-9617>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [marilialayse237@gmail.com](mailto:marilialayse237@gmail.com)

**Laryssa Roberta Alves Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9670-6272>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [laryssaalves074.lr@gmail.com](mailto:laryssaalves074.lr@gmail.com)

**Amanda Lima Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2688-5025>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [amandalima2012.quimica@gmail.com](mailto:amandalima2012.quimica@gmail.com)

**Mabel Alencar do Nascimento Rocha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7769-5002>

Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

E-mail: [mabelalencar@hotmail.com](mailto:mabelalencar@hotmail.com)

**Cicera Maria Alencar do Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3046-7798>

Centro Universitário CESMAC, Brasil

E-mail: [cicera\\_alencar@hotmail.com](mailto:cicera_alencar@hotmail.com)

**Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1788-2201>

Centro Universitário CESMAC, Brasil

E-mail: [emanoel.junior@trt19.jus.br](mailto:emanoel.junior@trt19.jus.br)

**Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8881-1064>

Centro Universitário CESMAC, Brasil

Email: [teleugomes@yahoo.com.br](mailto:teleugomes@yahoo.com.br)

**Aldenir Feitosa dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6049-9446>

Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

Centro Universitário Cesmac, Brasil

E-mail: [Aldenirfeitosa@gmail.com](mailto:Aldenirfeitosa@gmail.com)

**José Vieira Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3419-3755>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: [jovisi@yahoo.com.br](mailto:jovisi@yahoo.com.br)

**Resumo**

Objetivou-se com o presente trabalho apresentar a interação entre patógenos– hospedeiro – ambiente, e os principais aspectos envolvidos no mecanismo de defesa de plantas contra o ataque de patógenos, evidenciando algumas doenças causadas pelos patógenos. A pesquisa trata-se de revisão bibliográfica realizada em artigos, livros, teses, dissertações e monografias desde os anos de 1982 a 2020, na língua inglesa e portuguesa. Para elaboração do manuscrito foram utilizadas as bases de sites de SciELO, Google acadêmico, Periódicos Capes e livros, os descritores utilizados foram Interação planta – patógeno –ambiente. As plantas possuem defesas que podem ser ativamente expressadas em resposta a patógenos, geralmente respondem ao ataque de fitopatógenos mediante características estruturais que atuam como barreiras físicas e impedem que estes se propaguem, através de reações bioquímicas que

produzem substâncias tóxicas para o patógeno ou criam condições que inibem seu desenvolvimento. No processo de interação patógeno-hospedeiro, existe a ativação do sistema de defesa da planta por vários meios, resultando na produção de substâncias tóxicas aos patógenos, impedindo o estabelecimento destes. Visto que, essas defesas podem ser estruturais ou químicas, e dependendo do patógeno atacante. Além do mais, é importante ressaltar que toda ação neste sistema de interação patógeno-hospedeiro, resulta numa reação (física, bioquímica e condições climáticas). Onde, existe um equilíbrio dinâmico nesta relação e este equilíbrio determina a resistência ou suscetibilidade de plantas aos patógenos. Sendo, que quando há o desequilíbrio nas funções da planta é prejudicial e leva ao desenvolvimento de sintomas, provocando danos ao hospedeiro e conseqüentemente podendo afetar as interações.

**Palavras-chave:** Atividade biológica; Resposta vegetal; Resistência.

### **Abstract**

The aim of the present work was to present the interaction between pathogens - host - environment, and the main aspects involved in the defense mechanism of plants against attack by pathogens, showing some diseases caused by pathogens. The research is a bibliographic review carried out on articles, books, theses, dissertations and monographs from 1982 to 2020, in English and Portuguese. For the elaboration of the manuscript, the bases of SciELO, Google scholar, Capes journals and books were used, the descriptors used were Interaction plant - pathogen - environment. Plants have defenses that can be actively expressed in response to pathogens, generally respond to the attack of phytopathogens through structural characteristics that act as physical barriers and prevent them from spreading, through biochemical reactions that produce toxic substances for the pathogen or create conditions that inhibit their development. In the pathogen-host interaction process, the plant's defense system is activated by various means, resulting in the production of toxic substances to pathogens, preventing their establishment. Since, these defenses can be structural or chemical, and depending on the attacking pathogen. In addition, it is important to note that every action in this pathogen-host interaction system results in a reaction (physical, biochemical and climatic conditions). Where, there is a dynamic balance in this relationship and this balance determines the resistance or susceptibility of plants to pathogens. Therefore, when there is an imbalance in the plant's functions, it is harmful and leads to the development of symptoms, causing damage to the host and consequently affecting the interactions.

**Keywords:** Biological activity; Vegetable response; Resistance.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue presentar la interacción entre patógenos - huésped - ambiente y los principales aspectos involucrados en el mecanismo de defensa de las plantas frente al ataque de patógenos, mostrando algunas enfermedades causadas por patógenos. La investigación es una revisión bibliográfica realizada sobre artículos, libros, tesis, disertaciones y monografías de 1982 a 2020, en inglés y portugués. Para la elaboración del manuscrito se utilizaron las bases de los sitios SciELO, académico de Google, revistas y libros de Capes, los descriptores utilizados fueron Interacción planta - patógeno - ambiente. Las plantas tienen defensas que pueden expresarse activamente en respuesta a patógenos, generalmente responden al ataque de fitopatógenos mediante características estructurales que actúan como barreras físicas y evitan que se propaguen, a través de reacciones bioquímicas que producen sustancias tóxicas para el patógeno o crean condiciones que inhibir su desarrollo. En el proceso de interacción patógeno-hospedador, el sistema de defensa de la planta se activa por diversos medios, dando como resultado la producción de sustancias tóxicas para los patógenos, impidiendo su establecimiento. Dado que, estas defensas pueden ser estructurales o químicas, y dependiendo del patógeno atacante. Además, es importante señalar que cada acción en este sistema de interacción patógeno-huésped da como resultado una reacción (condiciones físicas, bioquímicas y climáticas). Donde, hay un equilibrio dinámico en esta relación y este equilibrio determina la resistencia o susceptibilidad de las plantas a los patógenos. Por tanto, cuando existe un desequilibrio en las funciones de la planta, resulta perjudicial y conduce al desarrollo de síntomas, provocando daños en el huésped y consecuentemente afectando las interacciones.

**Palabras clave:** Actividad biológica; Respuesta vegetal; Resistencia.

## 1. Introdução

Os vegetais sempre estiveram expostos a fatores do meio ambiente, como fatores abióticos (radiação, temperatura e umidade) e a agentes biológicos a exemplo, das bactérias, vírus, fungos, nematoides, insetos e herbívoros. Essa exposição faz com que as plantas necessitem reagir contra esses estresses. No processo de evolução as plantas desenvolveram mecanismos diferenciados de defesa, acionados quando ocorre a agressão por parte de fungos, bactérias e vírus, traduzindo essa percepção em uma resposta (Garcia, Knaak & Fiuza, 2015).

Na natureza, a maioria das espécies vegetais apresentam resistência a doenças, embora algumas sejam suscetíveis a determinados patógenos (Camargo, 2011). “Na natureza, a

resistência é uma regra e a susceptibilidade uma exceção” (Agrios, 2005). Os vegetais podem desencadear a capacidade de reconhecer a invasão de agentes patogênicos e desenvolver mecanismos de defesas contra a ameaça. A resistência natural de plantas a patógenos baseia-se em barreiras e mecanismos de defesa já existentes, independente da chegada do patógeno ao sítio de infecção, que permanecem inativos ou latentes, sendo apenas acionados ou ativados quando expostos a agentes indutores (Carvalho & Barcellos, 2012).

Normalmente as respostas dos vegetais aos ataques de fitopatógenos compreendem no desenvolvimento de barreiras físicas que impedem a propagação patogênica, ou por meio de reações bioquímicas que produzem substâncias tóxicas para o patógeno ou criam condições que inibem seu desenvolvimento (Rockenbach, Rizzardi, Nunes, Bianchi, Caverzan & Scheneider, 2018).

Alguns compostos produzidos pelas plantas possuem ação antimicrobiana, enquanto outros restringem o desenvolvimento de patógenos pela formação de barreiras estruturais (Stangarlin, Kuhn, Toledo, Portz, Schwanestrada & Pascholati, 2011).

Visto que, quando atacada por um patógeno, a planta pode usar uma variedade de substâncias preexistentes ou induzir mecanismo para se defender. Essas defesas podem ser estruturais ou químicas, e dependendo do patógeno atacante, a defesa pode ser parcial ou quase completa.

Dessa maneira, o presente trabalho visa apresentar a interação entre patógenos – hospedeiro – meio ambiente, e os principais aspectos envolvidos no mecanismo de defesa de plantas contra o ataque de patógenos, evidenciando algumas doenças causadas pelos patógenos.

## **2. Metodologia**

O estudo foi elaborado a partir de revisões bibliográficas, de artigos, livros, teses, dissertações, e monografias desde os anos de 1982 a 2020, na língua inglesa e portuguesa. Para as pesquisas realizada foram utilizadas as bases de sites de SciELO, livros, Google acadêmico e plataforma capes, utilizando os descritores Interação planta – patógeno – ambiente, com a finalidade de se fazer um levantamento baseado na visão de cada autor a fim de compor uma revisão bibliográfica sobre o tema Influências das interações Patógeno-Hospedeiro- Meio Ambiente nas funções Biológicas das plantas.

### **3. Resultados e Discussão**

Os patógenos são organismos que incitam ou causam os processos de doenças no hospedeiro, devido as interferências causadas nas funções fisiológicas internas da planta, conhecida como patogenicidade, o grau de interferência é referida como virulência.

Um patógeno virulento é chamado de “muito agressivo” com habilidade de desenvolvimento em uma gama de condições ambientais (Trigiano, Windham & Windham, 2010).

As doenças de plantas é o resultado de uma relação dinâmica e prejudicial entre uma planta e um organismo que parasita ou interfere com os processos normais das células e/ou tecidos da planta que podem apresentar como agentes causadores os fungos, bactérias, mollicutes, nematoides, vírus, viroides, plantas parasitas, algas e protozoários, destacando como maior grupos, os fungos decorrente sua capacidade de afetar o hospedeiro de diversas formas (Reis, Casa & Bianchin, 2011).

Esses organismos tendem a atuar como perturbadores do metabolismo celular das plantas hospedeiras, e por meio de enzimas, toxinas, reguladores de crescimento e demais substâncias segregam alimentos para seu uso (Oliveira & Rando, 2017).

As consequências diretas causadas pelos microrganismos patogênicos são danos no crescimento e multiplicação nos vasos condutores (xilema ou floema) do vegetal, bloqueando o transporte ascendente de água e dos açúcares em direção descendente. Além desses patógenos, fatores ambientais (temperatura, umidade, nutrientes minerais e poluentes) influenciam nas patogenicidades quando ocorrem em níveis de intervalos acima ou abaixo do que as plantas toleram (Carvalho, 2012).

#### **3.1 Classificação dos patógenos**

Os patógenos podem ser classificados em diversos grupos: os Biotróficos (parasitas obrigatórios), parasita facultativo ou Necrotrófico e Saprófita facultativo. Os Biotróficos são patógenos que requerem o tecido hospedeiro vivo para integrar o seu ciclo de vida, a exemplo dos vírus, viróides, nematoides e fungos que causam carvões, míldios, oídios e ferrugem.

Os parasitas facultativos ou necróticos compreendem os fungos e as bactérias que vivem tanto em hospedeiros vivos como mortos e em vários meios de culturas artificiais. E os parasitas facultativos vivem a maior parte do tempo como parasita, porém sob certas

condições, podem viver como saprófitas organismos que vivem sobre a matéria orgânica morta (Trigiano, Windham & Windham, 2010).

### **3.2 Interação planta – patógeno – ambiente**

As plantas constituem um excelente ecossistema para microrganismos, pois oferecem ampla diversidade de habitats, incluindo a filosfera (parte aérea da planta), a rizosfera (zona de influência do sistema radicular) e a endosfera (sistema de transporte interno). Os órgãos internos das plantas, tanto acima quanto abaixo do solo, são contínua e permanentemente expostos a uma variedade de patógenos potenciais (Ferreira, Monetiro, Freitas, Santos, Cben, Batista, Duarte et al., 2006).

Assim, a planta-patógeno-ambiente interage entre si ao longo do tempo, e está interação é denominada como patogenicidade, que inicia-se pela presença do patógeno no hospedeiro suscetível e das condições climáticas favoráveis, ou seja, o ambiente (Agrios, 2007).

A sequência de eventos que acontece no processo da patogenicidade é denominado de ciclo da doença que compreende as etapas de inoculação, penetração, infecção, colonização, reprodução e disseminação. Em alguns casos, pode haver vários ciclos de infecção dentro de um mesmo ciclo (Trigiano, Windham & Windham, 2010).

Cada fase do ciclo apresenta características próprias e função definida. A fase de inoculação é o contato inicial de um agente patogénico com um local da planta onde a infecção é possível. O agente patogénico em contato com vegetal é conhecido como inóculo, que se refere a qualquer parte do agente patogénico que pode iniciar a infecção. Em fungos por exemplo, o inóculo pode ser esporos, esclerócitos (massa compactada de micélio), ou fragmentos de micélio. Em bactérias, mollicutes, protozoários, vírus, e viroides, o inóculo é todo indivíduo de bactérias. Em nematoides o inóculo pode ser nematoides adultos, juvenis ou em ovos. Em plantas parasitas superiores o inóculo pode ser fragmentos de plantas ou sementes. De modo que, o inóculo pode ser constituído por um único indivíduo de um agente patogénico, ou por milhões de indivíduos de um agente patogénico (Agrios, 2005).

Na penetração, os patógenos penetram a superfície das plantas por meio de penetração direta que ocorre nas paredes das células, através de aberturas naturais (são estômatos e hidatódios presentes nas folhas, estigmas e nectários nas flores e lenticelas em órgãos suberificados.), ou através de um ferimento. Já os fungos penetram nos tecidos por penetração direta, aberturas naturais e através de ferimentos nas plantas. As bactérias entram nas plantas



por meio das feridas, através de aberturas naturais e, não diretamente através das paredes celulares. O vírus, viroides, mollicutes, protozoários entram através de feridas provocadas por vetores, apesar de que alguns vírus e viroides podem entrar através de feridas feita por ferramentas ou outros meios. Já plantas parasita insere seus anfitriões através de penetração direta (paredes das células), e os nematoides entram nas plantas por penetração direta, e menos frequente através de aberturas naturais (Agrios,2005).

Apesar das vias de penetração, nem sempre a leva a infecção. Muitos organismos penetram nas células dos vegetais e às vezes as plantas não ficam sensíveis a estes organismos, conseqüentemente não adoecem, e estes organismos que não causaram patologia na planta não conseguem avançar a fase de penetração, posteriormente morrem sem produzir doença para o vegetal.

A fase da infecção é o processo pelo qual os patógenos estabelecem o contato com células susceptíveis ou tecidos do hospedeiro e adquirem nutrientes a partir deles. Após a infecção, patógenos crescem, multiplicam-se, e invadem resultando na colonização na planta em menor ou maior extensão (Pascholati, Leite, Stangarlin, & Cia, 2008).

Infecções bem sucedidas resultam na aparência dos sintomas, como por exemplo, sem cor, áreas mal formadas, ou necróticas na planta hospedeira. Algumas infecções permanecem latente, ou seja, eles não produzem sintomas imediatamente, mas com passar do tempo aparecem. As alterações visíveis e de outro modo detectável na planta infectada compõem os sintomas da doença. Na maioria das doenças de plantas, aparecem sintomas em alguns dias ou algumas semanas após a inoculação Os sintomas podem mudar continuamente a partir do momento de sua aparência até que, toda a planta morra ou podendo ocorrer um desenvolvimento até uma determinada parte e posteriormente permanecem parcialmente inalterada, durante o resto da estação de crescimento (Agrios, 2007).

Visto que, durante a infecção, alguns agentes patogénicos obtém nutrientes a partir de células vivas, muitas vezes sem matar as células, outros matam as células vegetais e utilizam o seu conteúdo à medida que as invadem, e em demais casos ocorre a morte celular e desorganização dos tecidos circundantes. Resultando na liberação de substâncias como enzimas, toxinas, e reguladores de crescimento, que podem afetar a integridade estrutural das células hospedeiras ou seus processos fisiológicos (Oliveira & Rando, 2017).

Após a ocorrência da infecção, o patógeno pode crescer e invadir outras partes do hospedeiro ou se reproduzir. O crescimento e/ou reprodução do patógeno (colonização) em tecidos infectados compreende em dois subestágios simultâneos do desenvolvimento da doença. A fase da colonização é onde os patógenos utiliza todo seu arsenal químico, para



crescer, ocupar novos espaços e se reproduzir. Durante esta fase os patógenos extraem seu alimento de células vivas com auxílio de estruturas especializadas conhecidas como haustórios. Na emissão dos haustórios ao interior das células do hospedeiro ocorre a dissolução da parede celular, e posteriormente a invaginação na membrana celular (Pascholati, Leite, Stangarlin, & Cia, 2008).

Então, durante o processo de colonização da ferrugem da videira, assim como as demais ferrugens, o fungo biotrófico utiliza o haustório e enzimas líticas para infecção (Nogueira Júnior, Ribeiro, Appezzato, Soares, Rasera & Amorim, 2017). Ao colonizar o tecido, induz o aparecimento de pústulas amareladas na face abaxial das folhas e opostas as pústulas na superfície adaxial, ocorre a necrose do tecido. Ataques severos causam a queda precoce das folhas, com redução da área fotossinteticamente ativa. Comprometendo o desenvolvimento normal da planta e acarretando na redução da produção e da qualidade dos frutos na safra atual e nos anos seguintes (Tessmann, Dianese, Genta, Vida, May de Mio, 2004; Hodson, 2011).

Embora, alguns estudos têm demonstrado que microorganismos endofíticos possuem atividade supressiva a nematoides, fungos, bactérias e insetos-praga, impactando positivamente na sanidade das plantas (Bakeman & Sikora, 2008). Os endofíticos colonizam plantas específicas, gerando maior vitalidade e sobrevivência de ambos, podendo influenciar no seu crescimento. Suprimento da ação de patógenos e pragas, remoção de contaminantes do solo, solubilização de fosfatos, auxiliando na absorção de nitrogênio, produção de fitohormônios, e podem ainda induzir a resistência contra o estresse abiótico e biótico ao ataque de insetos por fitorremediação (Souza, Minuzzi, Engel, Souza, Muraro & Pasini, 2019).

Nesse contexto, a relação entre endofíticos e hospedeiros pode gerar informações importantes, como o conhecimento da colonização da planta, os mecanismos de ação desempenhados por eles, além de contribuir para uma agricultura mais sustentável, visando reduzir os riscos ao meio ambiente, a principal característica das bactérias endofíticas para as demais é que elas nutrem-se da planta sem causar danos ou malefícios aparentes para as mesmas (Garcia, Knaak & Fiuza, 2015).

O hospedeiro ao ser colonizado, o patógeno irá se reproduzir (reprodução), formando propágulos que iniciarão novos ciclos. Os fitopatógenos podem se reproduzir no interior dos tecidos (vírus, viróides, bactérias e alguns fungos) ou na parte externa (a maioria dos fungos e nematoides). Os vírus e viróides multiplicam-se por replicação. Os fungos reproduzem-se, através de esporos de origem assexuada e sexuada, e as bactérias reproduzem-se por fissão

binária transversa. Os nematoides têm reprodução sexuada e, em algumas espécies, ocorre a partenogênese (Pascholati, Leite, Stangarlin, & Cia, 2008). As fêmeas depositam os ovos, de onde eclodem as larvas, produzem ovos por três meses e, depois de cessada a produção, podem viver um pouco mais, enquanto os machos vivem apenas semanas (Gomes, 2006; Santos, 2011).

Uma vez produzidos, os propágulos ou inóculos não cumpririam sua finalidade se permanecessem estáticos, imobilizados na fonte de inoculo onde foram produzidos. São distribuídos por várias formas, podendo ocorrer em várias direções, ao acaso, na dependência dos fatores e agentes que governam essa disseminação. (Hodson, 2011; Primiano, Loehrer, Amorim & Schaffrath, 2017; Nogueira Júnior, Ribeiro, Appezzato, soares, Rasesa & Amorim, 2017).

Desta maneira, novos propágulos serão dispersos ou disseminados por uma variedade de meios, como vento, chuva, o interior ou exterior de vetores, através de sementes ou nos resíduos ou equipamentos contaminados.

### **3.3 Doenças nas plantas causadas por patógenos**

As doenças de plantas podem ser caracterizadas como um mal funcionamento das células do hospedeiro e seus tecidos que resultam de uma irritação contínua gerada por um agente patogênico ou pelo ambiente (Agrios, 2005). Este desequilíbrio nas funções da planta é prejudicial e leva ao desenvolvimento de sintomas, provocando dano ao hospedeiro com este tipo de interação. As doenças em plantas foram notadas desde a antiguidade, quando o homem passou a se alimentar à base de produtos agrícolas cultivados próximos à sua moradia. Em condições de ataque por fitopatógenos ou por agentes bióticos da natureza a planta apresenta alterações fisiológicas e em sua forma. Estas podem ser de natureza biótica, causada por agentes biológicos denominados de fitopatógenos (Agrios, 2007).

Conforme Yuela (2015), os vegetais que sofrem ataques de pragas tendem a apresentar redução na capacidade produtiva normal fisiológica, implicando em vários problemas que culminam na perda de produção, produtividade e qualidade dos produtos vegetais. Dentre os diversos grupos de fitopatógenos, os que habitam o solo (ou sistema edáfico), apresentam características específicas e importantes quanto à viabilidade e a disseminação no campo.

Porém, a incidência de doenças em plantas pode ser reduzida por práticas apropriadas de cultivo, pelo uso de pesticidas, ou pela prática comumente utilizada de cultivares

resistentes, por ser um método dispendioso e mais seguro para o controle de doenças (Quirino & Bent, 2003).

O uso de cultivares resistentes é um método eficiente na redução populacional de nematoide, demais vantagens podem ser obtidas, como redução do custo de produção e pela não necessidade de adaptação dos maquinários agrícolas dentro da lavoura. Esse método difere dos demais por apresentar inúmeras vantagens, e poucas são as opções disponíveis no mercado, principalmente relacionados *Meloidogyne spp.* (aos nematoides de galhas) e *Heterodera glycines* (nematoide de cisto da soja). Para *Pratylenchus brachyurus*, até o momento não foram encontradas fontes de resistência nas principais culturas agrícolas, como o milho e algodão, enquanto para soja apenas foram encontradas algumas espécies que atuam moderadamente resistentes (Machado, 2019).

Em 2016, a Embrapa lançou e disponibilizou para os produtores do Brasil central as cultivares de soja transgênica Intacta (BRS 9180IPRO) e Cultivance (BRS 8482CV), são exemplos do que há de mais avançado para o controle das principais pragas da cultura e de plantas daninhas resistentes ao herbicida glifosato, como o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a buva (*Conyza bonariensis*). Os benefícios dessas variedades consistem na ascensão econômica e do potencial produtivo, que pode ultrapassar 60 sacas/ha, superior à produtividade média nacional, em torno de 50 sacas/há (Lobato, 2016).

Dessa forma, desenvolver estratégias apropriadas que integrem cultivares resistentes em sistemas de cultivo são necessárias para reduzir a quantidade de inóculo das populações de patógenos, a fim de aumentar a eficiência do controle da doença e diminuir a capacidade de adaptação de patógenos para superar a resistência da planta. Para patógenos de solo, a utilização de plantas resistentes é uma estratégia bastante difundida e utilizada, porém, não existe cultivares resistentes para a maioria dos patógenos de solo, e quando existe a resistência é moderada, ou de fácil adaptação pelos patógenos (Bellé & Fontana, 2018).

### **3.4 Patógenos de solo causadores de doenças**

#### **3.4.1 Murcha de *Verticillium* (murcha verticilar)**

Fungos do gênero *Verticillium* são altamente destrutivos e causadores de murcha vascular, ocasionando danos severos e perdas na produção e qualidade de diferentes culturas economicamente importantes, além de apresentar distribuição mundial (Daayf, 2015). Os isolados apresentam grande plasticidade na virulência e especificidade do hospedeiro, seu

impacto geralmente é prejudicial tanto para o rendimento econômico quanto para a qualidade do uso final (Atallah, Hayes & Subbarao, 2011).

Além disso, as condições climáticas são desfavoráveis ao desenvolvimento da doença, que é mais severa em temperaturas que variam de 18-22° C. No entanto, essa doença apresenta relevância nos EUA, México, Peru, Rússia, Argentina e Índia. Sua disseminação é realizada por solos e sementes contaminados, vento e água superficial (Bacchi, Goulart & Degrande, 2001).

Esses patógenos transmitidos pelo solo colonizam a raiz da planta em resposta a exsudatos radiculares a qualquer momento durante o cultivo, penetram no córtex e endoderme e se disseminam sistemicamente através de conídios transportados pela corrente de transpiração no xilema (Zhao, Zhao, Jin, Zhang & Guo, 2014).

Os sintomas apresentados consistem no aparecimento de reboleira, limitação de crescimento, clorose e murchamento das plantas hospedeiras durante o desenvolvimento da doença, decorrente ao desenvolvimento dos patógenos no xilema vegetal (Klosterman, Subbarao, Kang, Veronese, Gold et al, 2011). As culturas acometidas pelos fungos do gênero *Verticillium* incluem o morangueiro (Sowik, Borkowska & Markiewicz, 2016), tomateiro (Miranda, Boiteux, Cruz & Reis, 2010), berinjela (Melo, 1998) e o cacauzeiro (Almeida, Almeida & Lima, 1993) que por meio das hifas, os *Verticillium* penetram nas raízes e se desenvolvem internamente nos tecidos vasculares, prejudicando a absorção de água, redução das plantas e da produção (Sowik, Borkowska & Markiewicz, 2016).

### **3.4.2 *Fusarium* sp. (murcha de Fusarium)**

*Fusarium oxysporum* é um dos fungos fitopatogênicos mais conhecidos devido à sua importância econômica (Geiser, Aoki, Bacon, Baker, Bhattacharyya et al, 2013). Além disso, apresenta ampla distribuição por acometer inúmeros hospedeiros e é conhecido por causar podridão radicular e murcha em mais de 100 espécies de plantas (Agrios, 2005).

Este agente causa a murcha de *Fusarium* em culturas como o tomate (McGovern, 2015), pimentão (Jaber & Alanbeh, 2018) e dentre outras cultivares, resultando em perdas severas na produção. O fungo persiste no solo por meio de clamidósporos (estruturas de resistência) e permanece viável por várias estações, dificultando seu manejo (Singh, Naresh, Biswas, Singh, 2010). O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas do solo e do ar em torno de 28°C. Dessa forma, com condições ambientais favoráveis o fungo germina e ocorre sua penetração nas raízes do hospedeiro, entrando no sistema vascular e utilizando

dos vasos do xilema para colonizar o hospedeiro e promover o entupimento dos vasos com micélio ou esporos. Este entupimento causa descoloração vascular e foliar, baixa estatura das plantas, amarelecimento das folhas mais velhas, murcha e frequentemente a morte das plantas (Mcgovern, 2015).

### **3.4.3 *Pratylenchus brachyurus* (Nematoide)**

*Pratylenchus spp.* podem ser encontrados desde as raízes a outras regiões de suas plantas hospedeiras, como rizomas e túberas (Lira, 2013). Conforme Ferraz & Brown (2016) esse gênero é considerado como o segundo maior em importância econômica no Brasil, perdendo apenas para o gênero *Meloidogyne Goeldi*, que lidera o ranking. O *P. brachyurus* possui um grande número de plantas hospedeiras, compreendendo o algodoeiro (*Gossypium spp.*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*), café (*Coffea arabica L.*), soja (*Glycine max L.*), amendoin (*Arachis hypogaea L.*), milho (*Zea mays L.*), cana-de açúcar (*Saccharum spp.*) e inhame (*Dioscorea spp.*), além de várias espécies de hortaliças e pastagens (Silva, Serrano, Gomes, Borges, Souza, Asmus et al, 2004; Goulart, 2008; Handoo, Carta, Skantar, 2008).

As lesões causadas por esses fitonematoides facilitam a entrada de organismos oportunistas, como fungos e bactérias, que penetram nas partes internas das plantas hospedeiras podendo desenvolver sintomas como podridões e necroses em seus órgãos infectados (Costa, Rocha, Pasqualli, 2009). Assim como *Scutellonema bradys*, espécies do gênero *Pratylenchus sp.* são disseminadas comumente por meio de rizóforos (Ferraz, 1995; Ferraz, 2009).

### **3.4.4 *Xanthomonas fragariae* (Mancha-angular)**

A mancha-angular é causada pela bactéria *Xanthomonas fragariae* Kennedy & King. (Tanaka, Betti, & kimati, 2005). Essa doença apresenta elevada incidência em áreas brasileiras, em virtude da origem das mudas de plantas com incidência de contaminação pela bactéria, a exemplo do morangueiro (Zambolim & Costa, 2006).

Os sintomas típicos de mancha-angular surgem, inicialmente, na forma de pequenas pontuações, de aspecto encharcado, na superfície inferior das folhas, que depois se ampliam, adquirindo o formato angular, geralmente delimitado pelas nervuras da folha. As lesões são translúcidas quando vistas com luz transmitida, mas são verde-escuras quando vistas com luz refletida. Em condições úmidas essas lesões, geralmente exibem a exsudação bacteriana, que

ao secar ocorre a formação de uma película esbranquiçada. As lesões posteriormente tornam-se necróticas, com coloração castanho-avermelhada, com possibilidade de coalescência, cobrindo grande parte da folha. Na fase final da lesão, os sintomas podem ser confundidos com outros, próprios de manchas foliares causadas por *Mycosphaerella fragariae* e *Diplocarpon earliana* (Simon, Meneguzzo, & Calgaro, 2005).

A bactéria sobrevive em restos de cultura (morangueiro) e em plantas infectadas sistemicamente, sendo muito resistente à dessecação e a outras condições adversas, podendo, assim, sobreviver por longos períodos em folhas secas ou em folhas infectadas, enterrada no solo, mas não sobrevive na forma livre no solo (Ueno & Costa, 2016). Portanto, a fonte de inoculo primária são os restos de cultura ou mudas infectadas por *X. fragariae*. Exaustados de bactérias oriundos de lesões servem como fonte de inoculo secundário.

As bactérias são disseminadas para as folhas por meio de respingos de água, da chuva ou da irrigação por aspersão, e também por operações de colheita. Segundo MAAS (1998), as seguintes condições favorecem o início e o desenvolvimento da doença: temperatura moderada durante o dia ( $\pm 20$  °C), temperaturas baixas durante a noite (perto ou abaixo de zero) e umidade relativa alta; períodos longos de precipitação ou irrigação por aspersão; e folhas novas e/ ou com excesso de vigor.

A bactéria sobrevive em restos de cultura (morangueiro) e em plantas infectadas sistemicamente, sendo muito resistente à dessecação e a outras condições adversas, podendo, assim, sobreviver por longos períodos em folhas secas ou em folhas infectadas, enterrada no solo, mas não sobrevive na forma livre no solo (Maas, 1998; Ueno & Costa, 2016).

De modo que, cada planta hospedará uma variedade de patógenos diferentes, ao ponto que pode se defender efetivamente contra cada um desses patógenos diferentes (Agrios, 2005).

### **3.5 Principais mecanismos de defesa (plantas e patógenos)**

A interação hospedeiro-patógeno pode ser encarada como uma luta pela sobrevivência entre dois organismos. O qual deve ser visualizada como um sistema único e totalmente novo, com dependência da planta e do patógeno em íntima relação com o meio ambiente. O hospedeiro mostra-se como vencedor quando a doença não ocorre (resistência), enquanto que os sintomas por ela produzidos (susceptibilidade) indicam ao patógeno como vencedor (Pascholati, 2011). A resistência de um hospedeiro, dentro do contexto da fisiologia do

parasitismo, é definida por Pascholati (2008), como a capacidade da planta de atrasar ou de evitar a entrada e/ou subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos.

Embora as plantas, na natureza, estejam normalmente expostas a um número incalculável de microrganismos, a exemplos dos fungos, bactérias, vírus e nematóides, a resistência mostra-se como uma regra, enquanto que a suscetibilidade aos agentes fitopatogênicos demonstram-se como uma exceção. Para Fry (1982), a resistência do hospedeiro é aquela característica de genótipos específicos de plantas os quais fazem com que estes hospedeiros sejam menos severamente afetados pelas doenças quando comparado aos demais de espécies semelhantes. Em contraste, resistência de não hospedeiro é aquela característica de espécies vegetais que não são afetadas pelos patógenos, os quais induzem doenças em diferentes espécies de plantas.

Então, as plantas, diferentemente dos animais, não possuem sistema imunológico para encarar certas situações adversas, devido a sua imobilidade, fez com que elas aperfeiçoassem, ao longo do tempo as suas células, tanto defesas pré-formadas quanto induzidas (Hammond-Kosack & Jones, 2000).

De acordo com Agrios (2005), as plantas se defendem contra os patógenos por uma combinação de armas de dois tipos, o primeiro está relacionado às características estruturais que agem como barreiras físicas e inibem a entrada e disseminação do patógeno, e o segundo as reações bioquímicas que ocorrem em células e tecidos da planta com a produção de substâncias são tóxicas para o patógeno, ou criam condições que inibem o desenvolvimento do patógeno na planta.

As combinações de características estruturais e reações bioquímicas utilizadas na defesa de plantas são diferentes em diversos sistemas patógeno-hospedeiro, a depender da idade do vegetal, o tipo de órgão e tecido atacado, a condição nutricional e das condições climáticas (Teixeira, 2011).

#### **4. Considerações Finais**

Os patógenos são organismos capazes de causar doenças em um hospedeiro sendo alguns deles bactérias, fungos, protozoários ou vírus, por exemplo. Desta forma, os vegetais encontram-se na natureza expostos em todos os estágios do seu ciclo de vida, contendo parasitas de diversas categorias que estabelecem contato com os seus tecidos, causando interferências nas funções das plantas devido aos patógenos. Contudo, as plantas possuem mecanismos de defesa capazes de conferir resistência ao hospedeiro. Onde, a resistência de



uma variedade depende tanto do genótipo do hospedeiro como também do genótipo do patógeno, sendo ambos afetados pelos fatores do meio ambiente. Além do que, toda ação neste sistema de interação patógeno-hospedeiro, resulta numa reação (física, bioquímica e condições climáticas).

Portanto, existe um equilíbrio dinâmico nesta relação e este equilíbrio determina a resistência ou suscetibilidade de plantas aos patógenos. E o desequilíbrio nas funções da planta é prejudicial e leva ao desenvolvimento de sintomas, provocando danos ao hospedeiro e conseqüentemente podendo afetar as interações.

## Referências

Agrios, G. N. (2007). *Plant pathology*. New York: Academic Press.

Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Burlington: Elsevier Academic Press.

Almeida, H. A., Almeida, L. C. C., & Lima, A. A. (1993). Efeito da deficiência hídrica sobre o surgimento da murcha de *Verticillium* no cacauero. *Anais, 8º Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS, 187.

Atallah, Z. K., Hayes, R. J. & Subbarao, K. V. (2011). Fifteen years of *Verticillium* willow lettuce in the American salad bowl: a tale of immigration, subjugation and reduction. *Revista Plant Disease*, 95, 784-792.

Backman, P. A., & Sikora, R. (2008). Endophytes: An emerging tool for biological control. *Biological Control*, 46, 1-3.

Bacchi, L. M. A., Goulart, A. C. P., & Degrande, P. D. (2001, Setembro). Doenças no solo. *Revista Cultivar Grandes Culturas*, 32. Recuperado de <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/doencas-no-solo>

Bellé, R. B., & Fontana, D. C. (2018). Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, 15 (28) 781.

Camargo, L. E. A. (2011). Controle genético. In: Amorim, L.; Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. Eds., Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 325-341. Piracicaba: Ceres

Carvalho, N. L. (2012). Resistência Genética Induzida Em Plantas Cultivadas *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 7, 1379-1390. Recuperado de <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/5930/3603>

Carvalho, N. L., & Barcellos, A. L. (2012) Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 5 (5), 749 – 766. doi: <http://dx.doi.org/10.5902/223611704204>

Costa, M. J. N., Rocha, J. Q., & Pasqualli, R. M. (2009). Vilão em alta. *Revista Cultivar grandes culturas*, 11(118), 12-14.

Daayf, F. (2015). *Verticillium* wilts in crop plants – pathogen invasion and host defense responses. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 37, 8-20. doi:10.1080/07060661.2014.989908.

Ferraz, L. C. C. B. (1995). Doenças causadas por nematoides em batata-doce, beterraba, gengibre e inhame. *Informe Agropecuario*, 17(182), 31-8.

Ferraz, L. C. C. B. (2009). *Produtor deve evitar hospedeiros de Pratylenchus brachyurus. Visão agrícola*. Recuperado de [www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Protecao05.pdf](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Protecao05.pdf).

Ferraz, L. C. C. B., & Brown, D. J. F. (2016). *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora.

Ferreira, R. B., Monteiro, S., Freitas, R., Santos, C. N., Chen, Z., Batista, L. M., Duarte, J., Borges, A., & Teixeira, A. R. (2006) Fungal Pathogens: The Battle for Plant Infection, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25, 6, 505-524, DOI: 10.1080/07352680601054610

Fry, W. E. (1982). Principles of plant disease management. San Diego: Academic Press.

Garcia, T. V., Knaak, N., & Fiuza, L. M. (2015). Bactérias endofíticas como agentes de controle biológico na orizicultura. *Revista Arq. Inst. Biol*, São Paulo, 82, 1-9.

Geiser, M. S., Aoki, T., Bacon, C. W., Baker, S. A., Bhattacharyya, M. K., Brandt, M. E., & Zhang, N., et al (2013). A fungus, a name: defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that preserves long-standing use. *Fitopatologia*, 103, 400-408.

Gomes, A. C. M. M. (2006). Resistência e caracterização histológica de acessos de *Pfaffia glomerata* a *Meloidogyne incognita*. (Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade de Brasília, Brasília.

Goulart, A. M. C. (2008). *Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero Pratylenchus)*. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. 30 p. (Documentos, 219)

Hammond-Kosack, K. E., & Jones, J. D. G. (2000). Responses to Plant Pathogen, In: BB Buchanan, W. Gruissem e RL Jones, Eds., *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, Rockville: American Society of Plant Physiology, 1102 -1156.

Hodson, D. P. (2011) Shifting boundaries: challenges for rust monitoring. *Euphytica*, vol. 179, 93-104. doi: 10.1007 / s10681-010-0335-4

Handoo, Z. A., Carta, L. K., & Skantar, A. M. (2008). Taxonomy, Morphology and Phylogenetics of Coffee-Associated Root-Lesion Nematodes, *Pratylenchus* spp. In: R. M. Souza, Ed., *Plant-Parasitic Nematodes of Coffee*, Springer, Dordrecht, 29-50.

Jaber, L. R., & Alananbeh, K. M. (2018) Fungal entomopathogens as endophytes reduce several species of *Fusarium* causing crown and root rot in sweet pepper (*Capsicum annum L.*). *Biological Control*, 126, 117-126. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.08.007>

Klosterman, S. J., Subbarao, K. V., Kang, S. C., Veronese, P., Gold, S. E., & Thomma, B.P.H.J.; et al. (2011) *Comparative genomics provides insight into the niche adaptation of vascular pathogens in plants. Plos Pathogens*, 7(7). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002137>

Lira, V. L. (2013). Caracterização morfo métrica e molecular de populações de *Pratylenchus coffeae* e reações de leguminosas e gramíneas ao parasitismo. (Dissertação Mestrado em Saúde humana e meio ambiente Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE). Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10641>

Lobato, B. (2016). Novas cultivares auxiliam no controle de pragas e plantas daninhas na sojicultura. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14488106/novas-cultivares-auxiliam-no-controle-de-pragas-e-plantas-daninhas-na-sojicultura>

Maas, J. L. (1998). Compendium of strawberry diseases. St. Paul: APS Press.

Machado, A. C. Z. (2019). Por que não temos cultivares resistentes a *Pratylenchus brachyurus*?. Recuperado de <http://www.infobibos.com/anais/cbn/36/Palestras/Andressa%20Machado.pdf>

McGovern, R. J. (2015) Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. *Crop Protection*, 73, 78-92, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.021>

Melo, I. S. (1998). Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, I. S., Azevedo, J. L. *Controle Biológico*. Jaguariúna: EMBRAPA.

Miranda, B. E. C., Boiteux, L. S., Cruz, E. M., & Reis, A. (2010). Fontes de resistência em acessos de *Solanum* (seção *Lycopersicon*) a *Verticillium dahliae* raças 1 e 2. *Horticultura Brasileira*, 28, 458-465.

Nogueira Júnior, A. F., Appezzato, B. G., Soares, M. K. M., Rasesa, J. B., & Amorim, L. (2017). *Phakopsora euvitis* Causes Unusual Damage to Leaves and Modifies Carbohydrate Metabolism in Grapevine. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-12, 26.

Oliveira, R. A. G., & Rando, J. S. S. (2017). Diversidade de insetos em plantas hospedeiras próximas às áreas de cultivo de milho e algodão. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(3), 35-40.

Pascholati, S. F. (2011). Fisiologia do parasitismo. Como as plantas se defendem dos patógenos. *Manual de Fitopatologia*. Ed. Agronômica Ceres

Pascholati, S. F., Leite, B., Stangarlin, J. R., & Cia, P. (2008). *Interações planta-patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular*. Piracicaba, Fealq.

Primiano, I. V., Loehrer, M., Amorim, L., & Schaffrath .U. (2017) Asian grapevine leaf rust caused by *Phakopsora euvitis*: an important disease in Brazil. *Plant Pathology*, [s.l.], 66 (5), 691-701.

Quirino, B. F., & Bent, A. F. (2003). Deciphering host resistance and pathogen virulence: the Arabidopsis/ Pseudomonas interaction as a model. *Molecular Plant Pathology*, 4 (6), 517-530.

Reis, E. M., Casa, R. T., & Bianchin, V. (2011). Control of plant disease by crop rotation. *Summa phytopathol.* 37, 3.

Rockenbach, A. P., Rizzardi, M. A., Nunes, A. L., Bianchi, M. A., Caverzan, A., & Scheneider, T. (2018). Interferência entre plantas daninhas e a cultura: alterações no metabolismo secundário. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 17 (1), 59-70.

Santos, M. F. A. (2011). Diversidade de *Meloidogyne incognita* e espécies correlatas como sugerem abordagens biológicas, citológicas, morfológicas e moleculares. (Dissertação Mestrado em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília). Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/10566>

Silva, R. A., Serrano, M. A. S., Gomes, A. C., Borges, D. C., Souza, A. A., Souza Asmus, G. L., & Inomoto, M. M. (2004). Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. *Fitopatologia Brasileira*, 29 (3), 337.

Simon, N., Meneguzzo, A., & Calgaro, A. (2005). Sistema de Produção de Morango para Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. Recuperado de <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/doencas.htm>

Singh, V. K., Naresh, P., Biswas, S. K., & Singh, G. P. (2010). Efficacy of fungicides for the management of wilted lentil disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp.lentis. *Annals of plant protection sciences*, 18(2), 411-414.

Souza, L. M., Minuzzi, V., Engel, E., Souza, F. P., Muraro, R. S., & Pasini, M. P. B. (2019). Sobrevivência de percevejos em plantas hospedeiras durante entressafra – ano VI. *Rev. Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 7.

Sowik, I., Borkowska, B., & Markiewicz, M. (2016). The activity of mycorrhizal symbiosis in suppressing *Verticillium* wilt in susceptible and tolerant strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) genotypes. *Applied soil ecology*, 101, 152-164.

Stangarlin, J. R., Kuhn, O. J., Toledo, M. V., Portz, R. L., Schwan-Estrada, K. R. F., & Pascholati, S. F. (2011). A defesa vegetal contra fitopatógenos. *Scientia Agraria Paranaensis*, 10 (1), 18-46.

Tanaka, M. A. S., Betti, J. A., Kimati, H. (2005). Doenças do morangueiro. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A., Camargo, L. E. A. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 489-499.

Tessmann, D. J., Dianese, J. C., Genta, W., Vida, J. B., & May-de-Mio, L. L. (2011). Grape Rust caused by *Phakopsora euvitis*, a New Disease for Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, 29 (3), 338-338.

Teixeira, R. A. (2011). Mecanismos de resistência a fitodoeças. Recuperado de [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/237/o/Modelo\\_Revis\\_\\_o\\_Bibliogr\\_\\_fica.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/237/o/Modelo_Revis__o_Bibliogr__fica.pdf)

Trigiano, R. N., Windham, M. T., & Windham, A. S. (2010). Fitopatologia Conceitos e exercícios laboratório. Porto Alegre: Artmed.

Ueno, B., & Costa, H. (2016). Doenças causadas por fungos e bactérias. In: Antunes, L.E.C; Reisser Junior, C., Schwengber, J. E. (Ed.), Cultivo do morangueiro. Cap 17, 415-480.

Yuela, I. (2015) Plant development regulation: overview and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 182, 62-78.

Zambolim, L., & Costa. H. (2006). Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: Carvalho, S. P. (Coord.). *Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico*. Belo Horizonte: FAEMG.

Zhao, P., Zhao, Y. L., Jin, Y., Zhang, T., & Guo, H. S. (2014). Root colonization process of *Arabidopsis thaliana* by a fluorescent green protein labeled *Verticillium dahliae* isolate. *Protein & cell*, 5 (2), 94-98.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Natanielle de Oliveira Gomes Leite – 9,09%

Aleyres Bispo Chagas – 9,09%

Marília Layse Alves da Costa – 9,09%

Laryssa Roberta Alves Farias – 9,09%

Amanda Lima Cunha – 9,09%

Mabel Alencar do Nascimento Rocha – 9,09%

Cicera Maria Alencar do Nascimento – 9,09%

Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior – 9,09%

Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão – 9,09%

Aldenir Feitosa dos Santos – 9,09%

José Vieira Silva – 9,09%