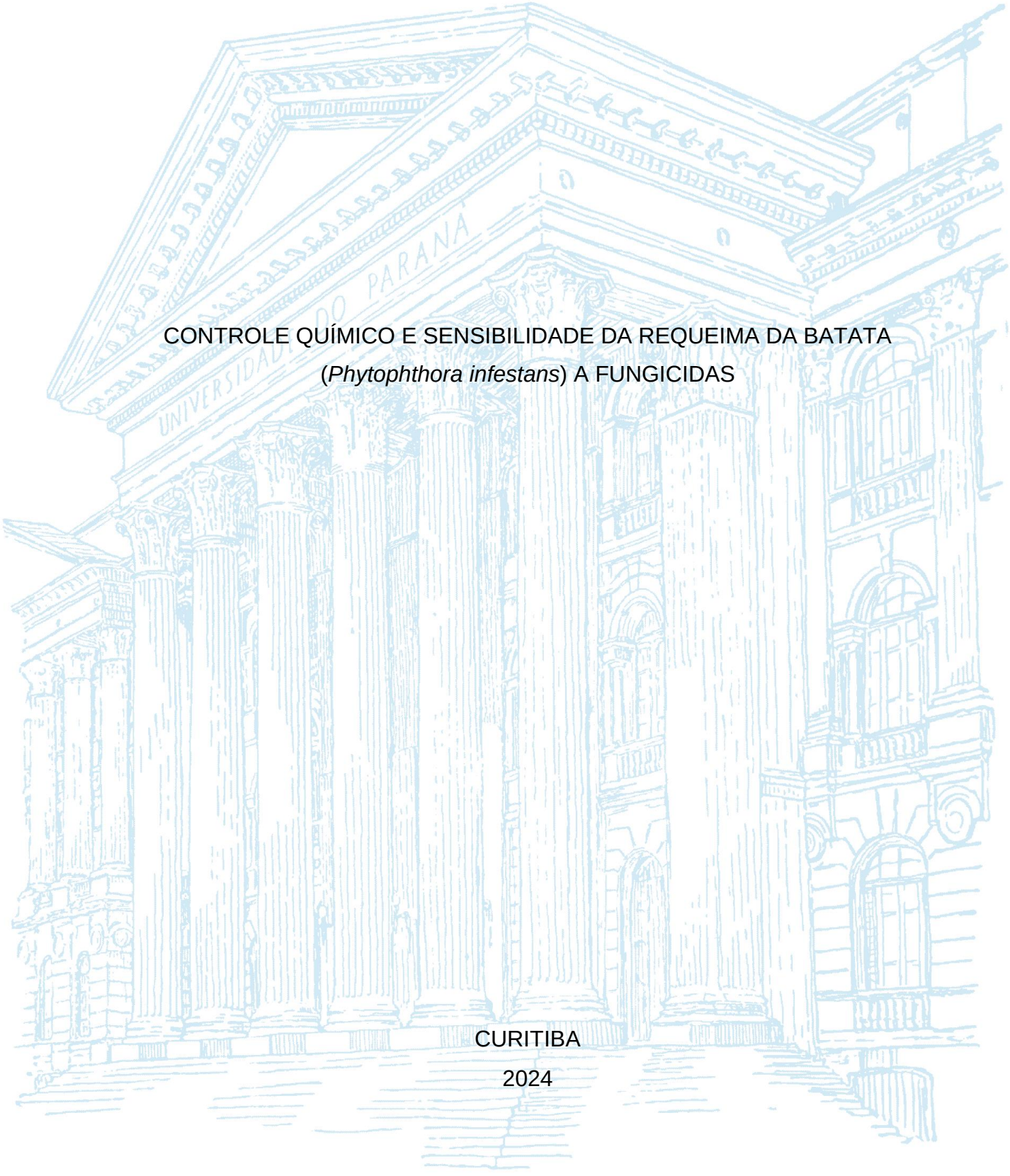
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULA BEATRIZ REGIS



CONTROLE QUÍMICO E SENSIBILIDADE DA REQUEIMA DA BATATA (*Phytophthora infestans*) A FUNGICIDAS

CURITIBA

2024

PAULA BEATRIZ REGIS

CONTROLE QUÍMICO E SENSIBILIDADE DA REQUEIMA DA BATATA (*Phytophthora infestans*) A FUNGICIDAS

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especialização em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Msc. Gabriel Koch

CURITIBA

2024

RESUMO

A requeima, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*, historicamente causa muitos prejuízos a bataticultura. Contudo, a resistência crescente dos patógenos a fungicidas tem comprometido a eficiência do controle. Existe a necessidade de um controle integrado com práticas culturais e o constante monitoramento e desenvolvimento de pesquisas. O controle químico tem se dado principalmente por fungicidas a base de metalaxil, dimetomorfe, cimoxail, famoxadona e fluazinam, além de mancozebe, metiram e clorotalonil. E muito se tem estudado sobre o desenvolvimento de resistência do patógeno aos fungicidas, principalmente ao metalaxil. Esse trabalho buscou reunir pesquisas acerca da perda da sensibilidade, bem como possíveis resistências relatadas do patógeno aos principais fungicidas utilizados no controle no Brasil.

Palavras Chave: batata, requeima, *Phytophthora infestans*, fungicidas.

ABSTRACT

Late blight, caused by the oomycete Phytophthora *infestans*, has historically caused a lot of damage to potato crops. However, the increasing resistance of pathogens to fungicides has compromised the effectiveness of control. There is a need for integrated control with cultural practices and constant monitoring and development of research. Chemical control has been mainly carried out by fungicides based on metalaxyl, dimethomorph, cymoxail, famoxadone and fluazinam, in addition to mancozeb, metiram and chlorothalonil. And much has been studied about the development of pathogen resistance to fungicides, especially metalaxyl. This work sought to gather research on the loss of sensitivity, as well as possible reported resistance of the pathogen to the main fungicides used for control in Brazil.

Key words: potato, late blight, *Phytophthora infestans*, fungicides.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
OBJETIVOS 8
1.1 OBJETIVO GERAL 8
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8
2 REVISÃO DE LITERATURA 9
2.1 BATATA 9
2.2 REQUEIMA DA BATATA 11
2.2.1 CONTROLE DA REQUEIMA DA BATATA 13
2.2.2 SENSIBILIDADE A FUNGICIDAS 16
3 CONCLUSÃO 19
4 REFERÊNCIAS 20

INTRODUÇÃO

A batata se estabelece como a quarta maior fonte de alimento humano, sendo ultrapassada em produção apenas por trigo, milho e arroz, ou seja, faz parte da base alimentar do homem. No mundo, o maior produtor é a China, abastecendo o mercado com 90,32 milhões de toneladas produzidos em 4,81 milhões de hectares, seguido pela Índia e a Ucrânia (FAO, 2020). O Brasil é autossuficiente na produção *in natura* (Figueiredo et al, 2011). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2022 foram colhidos aproximadamente 3,9 milhões de toneladas de batata no país, em uma área de 117 mil hectares. Atualmente cerca de 1.500 produtores plantam batatas em 200 municípios, e o plantio e a colheita ocorrem todos os dias do ano no Brasil (ABBA, 2020). Da área total, 65% é destinado ao mercado fresco, 15% a indústria de chips, 12% à indústria de pré-frita, e 8% à batata semente. As principais variedades plantadas são Ágata (45%), Asterix (15%), Orquestra (13%), Cúpido (7%), Markies (6%), Atlantic e FL (7%) (ABBA, 2020).

No entanto, alguns fatores contribuem para a redução na produção da hortaliça. Entre eles, a requeima da batata é uma doença devastadora, que é causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* e representa um desafio significativo para a agricultura, afetando a produção e a qualidade das batatas em diversas regiões do Brasil e do mundo. As perdas podem variar de 10 a 100% em poucos dias, e está disseminada em várias regiões produtoras no Brasil, principalmente no sul e sudeste, onde as baixas temperaturas e alta umidade encontram as melhores condições para o desenvolvimento da doença (Zanotta et al, 2016).

Desde o século XIX, o manejo da requeima tem contado com o uso de fungicidas, começando com a calda bordalesa e evoluindo para uma variedade de produtos químicos. No entanto, a eficácia desses fungicidas tem sido comprometida pela evolução de resistência dos patógenos, o que destaca a necessidade de estratégias de controle mais robustas e diversificadas (Leesutthiphonchai et al, 2018). Assim sendo, o controle efetivo não se baseia apenas no uso de fungicidas, mas também em um manejo integrado que inclui práticas culturais e técnicas de previsão. A escolha de cultivares resistentes, a rotação de culturas, e práticas de manejo adequadas são fundamentais para minimizar a incidência e a severidade da doença (Töfoli et al, 2013).

A resistência dos isolados de *P. infestans* aos fungicidas é uma preocupação crescente. Estudos recentes mostram que muitos isolados têm desenvolvido resistência ou perda de sensibilidade a fungicidas no Brasil. Trabalhos com metalaxil (Reis et al, 2006; Coila, 2014), dimetomorfe (Zanotta, 2019; Oliveira, 2010), propamocarbe (Zanotta, 2019; Oliveira, 2010), cloratolonil (Coila, 2014; Reis et al, 2005; Zanotta, 2019; Oliveira, 2010), mancozebe (Reis et al, 2005; Oliveira, 2010), cimoxanil (Reis et al, 2005), ciazofamida (Zanotta, 2019), fenamidone (Oliveira, 2010), mandipropamida (Oliveira, 2010) são realizados afim de monitorar a eficácia dos produtos à campo.

Diante do exposto, nota-se que há a necessidade de investigações periódicas sobre a alteração da sensibilidade e até mesmo ocorrência de resistência. Com isso, para lidar com a requeima de forma eficaz, é crucial adotar uma abordagem integrada que combine o uso estratégico de fungicidas com práticas culturais apropriadas e o monitoramento contínuo da sensibilidade dos patógenos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi reunir pesquisas acerca da perda da sensibilidade, bem como possíveis resistências relatadas do patógeno aos principais fungicidas utilizados no controle no Brasil.

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa visa identificar por meio de uma revisão literária, pesquisas desenvolvidas para o controle químico de uma das doenças que mais traz danos para a cultura da batata, a requeima. Dessa forma sendo possível análise de alguns dados e levantamentos teóricos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem por objetivo realizar um levantamento do que está sendo pesquisado em relação ao controle químico da requeima da batata, assim como os grupos químicos mais utilizados e pesquisados e os casos relatados de perdas de sensibilidade/resistências no Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BATATA

A batata (*Solanum tuberosum L.)* é nativa das regiões andinas, na América do Sul, entre Peru e Bolívia. Os povos nativos destas regiões começaram o cultivo da batata há mais de oito mil anos. (Ducreux et al,1986). Nos andes, os agricultores desenvolveram uma variedade diversa de batata, adaptadas ao clima, altitude e solo.

Após a chegada dos conquistadores espanhóis à América do Sul, a batata foi levada para a Europa, introdução documentada em 1570, e recebida com desconfiança entre os europeus, era cultivada mais como uma curiosidade botânica do que como alimento. Aos poucos, a batata começou a ser adotada como uma importante cultura alimentar, especialmente devido à sua capacidade de crescer em solos pobres e em climas frios. E assim foi se disseminando pelo planeta e sendo desenvolvidas novas variedades, para sua adaptação (EMBRAPA, 2024).

A batata, atualmente, é uma das principais culturas alimentares do mundo, crucial para a segurança alimentar global. Ela desempenha um papel importante na economia agrícola de muitos países. Além disso, é uma excelente fonte de carboidratos, vitaminas e minerais. É um alimento versátil que pode ser preparado de diversas formas.

A batata é uma dicotiledônea da família *Solanaceae* pertencente ao gênero *Solanum*, que contém mais de 2000 espécies. Seu ciclo é composto por plantio, emergência, crescimento vegetativo, tuberização, crescimento de tubérculo, senescência e colheita (Fortes et al, 2003).

A batata tem seu ciclo dividido em cinco estádios fenológicos, o estádio I que compreende o plantio e a emergência (10 dias). O estádio II, período de desenvolvimento vegetativo, entre a emergência e o início da tuberização (20 dias). O estádio III se caracteriza pelo desenvolvimento da parte aérea e acumulo de fotoassimilados nos tubérculos. No estádio IV a planta atinge o desenvolvimento vegetativo máximo, aumentando o peso dos tubérculos, e a maturação dos mesmos se dá dos 80 aos 110 dias, podendo variar conforme o cultivar. Já no estádio V ocorre a senescência e a parte aérea seca. Para a realização da colheita, espera-se 2 semanas após a morte da folhagem, para firmar a casca do tubérculo (Castro;

Campos, 2021). O ciclo vegetativo da cultura pode ser precoce (< 90 dias), médio (90 - 110 dias) ou longo (> 110 dias), dependendo da cultivar (Fortes et al, 2003)

A batata sendo base alimentar de muitas culturas, teve sua produção mundial incrementada ao longo do tempo, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), em 2020 a produção em todo o mundo foi de aproximadamente 359 milhões de toneladas. A China é o maior produtor global de batatas, seguida pela Índia e a Ucrânia. O Brasil foi responsável pela produção de quase 4 milhões de toneladas segundo a própria FAO em 2020. Em 2022, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) registrou uma área colhida, considerando toda extensão nacional, de 117.803 hectares, com rendimento médio de 33.020 Kg/ha, e o maior produtor nacional o estado de Minas Gerais. No Paraná, a batata representa a hortaliça com maior área plantada em 2020, com volume de 751,2 mil toneladas e área de 27,3 mil hectares (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - SEAB/DERAL, 2020).

Como todas as culturas, a batata também tem seus desafios, principalmente os problemas fitossanitários, podendo variar conforme as regiões onde se encontra o cultivo.

O controle das plantas daninhas deve acontecer durante um período determinado, até que o fechamento da cultura aconteça e cubra a superfície do solo e não sofra mais interferência (Silva et al, 2011). Das plantas daninhas uma das mais problemáticas é a Buva (*Conyza* spp.) especialmente por ser resistente a diversos herbicidas, ela compete diretamente com a batata por nutrientes, água e luz, reduzindo o rendimento da cultura. Mas também são comuns o Caruru (*Amaranthus lividis L*.), Picão-preto (*Bidens pilosa*), Tiririca (*Cyperus rotundus L*.) e outros (Silva et al, 2011).

Além dos problemas causados por plantas daninhas, a cultura também é atacada por uma boa diversidade de espécies de insetos. De acordo com a Associação Brasileira da Batata (ABBA), são pragas limitantes para a cultura no Brasil, variando sua importância de acordo com a região do país em que se encontra: mosca-branca (*Bemisia* spp.), cochonilha (*Ceroplastes janeirensis*), besouros, Bicho Mineiro (*Liriomyza huidobrensis*), traça (Phthorimaea operculella), Ácaro Branco (*Polyphagotarsonemus latus*), e a larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*).

Se tratando de doenças, podem ter 4 causas diferentes, sendo de origem bacteriana, viral, fungos ou nematoides. As mais comuns de se observar a campo, são: Requeima (*Phytophthora infestans*), Pinta preta (*Alternaria spp.*), Sarna-pulverulenta (*Spongospora subterranea*), sarna-comum (*Streptomyces* spp.), Mosaico (Potato virus Y - PVY), entre outras (ABBA, 2024).

2.2 REQUEIMA DA BATATA

A Requeima da Batata é uma das principais doenças em batata no mundo, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*. Esse oomiceto afeta folhas, hastes, pecíolos e tubérculos, podendo resultar em perdas totais quando fatores como cultivar suscetível, condições favoráveis e equívocos na adoção de medidas de controle interagem (Töfoli; Melo; Domingues; Ferrari, 2013).

Com seu primeiro registro em 1845, a requeima devastou plantações de batata na Irlanda reduzindo em 80% sua produção, e causando a morte de milhões de pessoa e fazendo com que muitos emigrassem (Töfoli et al, 2012), marcando a história mundial com grande tristeza, chamado de A Grande Fome.

Os primeiros sintomas da doença nas folhas são aparecimento de manchas de cor verde claro ou escura, de tamanho variável e aspecto úmido, podendo se tornar necróticas, e podendo ou não apresentar halo clorótico. Já na face inferior das lesões há o aparecimento de um crescimento branco acinzentado de aspecto aveludado, que é composto por esporângios e esporangióforos do patógeno, que se forma em condições de alta humidade e temperaturas amenas. Com o passar do tempo, as lesões coalescem e o tecido foliar ganha um aspecto de queima generalizada (Töfoli; Domingues; Zanotta, 2016).

A doença causa morte das gemas apicais e ponteiros nas brotações. Nas hastes e pecíolos as lesões são pardo-escuras a negras, alongadas, aneladas e, quando muito severas, podem causar a quebra desses órgãos ou a morte das áreas posteriores ao ponto de infecção. Nos frutos, quando presentes, a doença é caracterizada por manchas úmidas, irregulares, deprimidas de coloração marrom-escura. Nos tubérculos, as lesões são castanhas, superficiais, irregulares e com bordos definidos (Töfoli; Domingues; Zanotta, 2016).

Os propágulos do patógeno podem se dispersar pelo vento, água e insetos. A *P. infestans* pode ter seu ciclo completo em até cinco dias em cultivares

suscetíveis e os esporos também infectam os tubérculos, que apodrecem no período do armazenamento e podem até atuar como fonte de inóculo primário se forem utilizados como tubérculos-semente no plantio seguinte (Fry; Goodwin, 1997).

P. infestans é considerado um organismo heterotálico com dois grupos de compatibilidade, A1 e A2, além da existência de isolados autoférteis (Zhu et al., 2016). O patógeno pode se reproduzir de forma assexuada e sexuada; as estruturas assexuadas de propagação são os esporângios e zoósporos, enquanto que os esporos sexuados chamam-se oósporos (Töfoli; Domingues; Zanotta, 2016).

O ciclo assexuado envolve apenas um grupo de compatibilidade, A1 ou A2. Neste caso, não ocorre uma recombinação meiótica e a variabilidade genética se origina de mutações (Fry, 2008). Já a reprodução sexuada só ocorre quando os dois grupos, A1 e A2 coexistem na mesma área, na mesma planta ou na mesma lesão, e ocorre a troca de material genético, contribuindo para o aumento da variabilidade genética (Figura 1) (Töfoli; Domingues; Zanotta, 2016).

A disseminação do patógeno acontece por sementes infectadas, por ação de ventos, água (tanto da chuva quando irrigação), a circulação de equipamentos em áreas infectadas, e agravada pelo plantio de variedades suscetíveis (Töfoli; Melo; Domingues; Ferrari, 2013).

As condições climáticas têm efeito direto na propagação da *P. infestans*, e disseminação da doença, e isso é observado desde os primeiros trabalhos realizados durante o século XIX. Temperaturas inferiores a 20°C, com ótima entre 12 a 13°C, favorecem a germinação indireta dos esporângios, ou seja, a formação de zoósporos. Já temperaturas superiores a 20°C, e ótimo a 24°C, favorecem a germinação direta, ou seja, um esporângio dá origem a um tubo germinativo (Mizubuti; Fry, 1998).

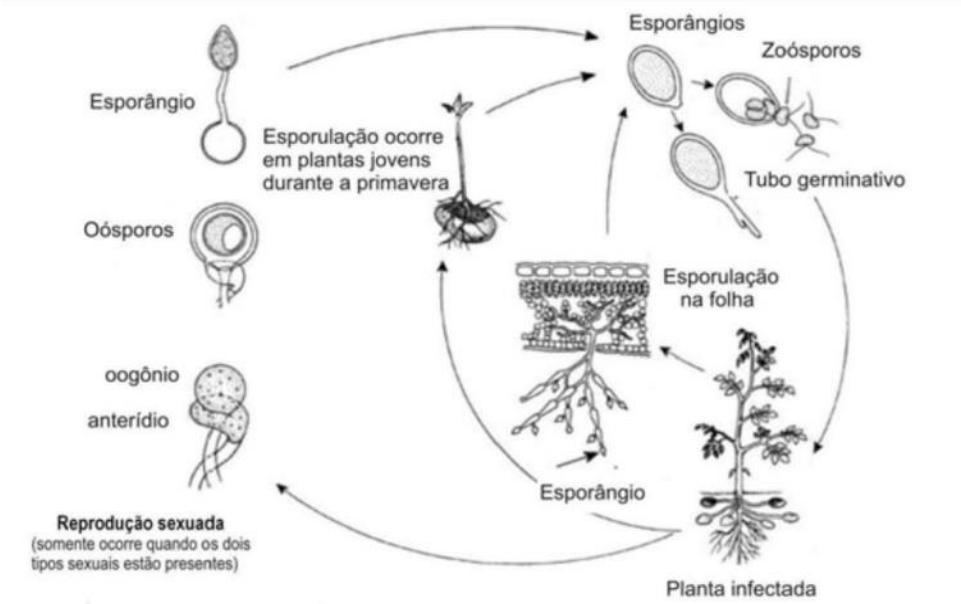


Figura 1: Ciclo reprodutivo simplificado da *Phytophthora infestans* em batata. Adaptado de Schumann (1991).

2.2.1 CONTROLE DA REQUEIMA DA BATATA

Para o controle da requeima é necessária uma combinação de fatores, como práticas culturais, incluindo a plantação de sementes de cultivares menos suscetíveis, e sadios, controle voluntário e destruição de pilhas de descarte, em conjunto com aplicações regulares de fungicidas ao longo do desenvolvimento da cultura (Taylor et al, 2003).

O uso de produtos químicos para controle de *P. infestans* vem desde o século XIX com a calda bordalesa. Os produtos químicos continuam sendo uma ferramenta essencial contra a requeima, no caso de não uso de plantas resistentes, com vários produtos químicos protetores e sistêmicos em uso. No entanto, vários problemas permitem que *P. infestans* evite ou reduza sua eficácia. (Leesutthiphonchai et al, 2018).

Alternativas para o controle químico como a utilização de sistemas de previsão de ocorrência da doença, em que consideram elementos meteorológicos como temperatura média do ar, umidade relativa e precipitação pluvial, devem ser considerados (Bosco et al, 2010).

Töfoli, 2012 ainda cita que os fatos a serem considerados para o manejo da requeima, consequentemente o controle, começam com a escolha do local de plantio, sendo áreas planas e ventiladas as mais indicadas; plantio de batatas

semente sadias e de cultivares com algum nível de resistência; impedir o plantio sucessivo de solanáceas, fazendo rotação de culturas por no mínimo três anos; evitar plantio adensado; irrigação controlada; adubação equilibrada; correto manejo de plantas invasoras; correta desinfecção de implementos; uso preventivo de fungicidas; e a vistoria constante para identificação rápida de possíveis focos da doença.

Töfoli, 2013 também cita as cultivares disponíveis no Brasil que podem ser consideradas resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis, descritas a seguir. No entanto, as cultivares consideradas resistentes não atraem atenção do mercado consumidor como outras variedades.

- Resistentes: Ibituaçú, Itararé, Araucária, Cristal, Pérola, Catucha, BRS Clara, IAPAR Cristina, Monte Alegre 172, SCS 365 - Cota.
- Moderadamente resistentes: Crebella, Apuã, Aracy e Aracy Ruiva, Cristina, Cristal, Naturella, Panda.
- Moderadamente suscetíveis: Baraka, Baronesa, BRS Ana, BRS Eliza, Caesar, Catucha, Emeraude, Florice, Itararé, Markies, Melody, Naturella, Soleias, Caesar, Oceania, Voyager e BRSIPR Bel.
- Suscetíveis: Ágata, Almera, Armada, Artemis, Asterix, Atlantic, Bintje, Canelle, Chipie, Contenda, Cupido, Delta, Éden, Elodie, Eole, Fontane, Gourmandine, Gredine, Isabel, Monalisa, Maranca, Mondial, Omega, Opilane e Sinora.

Os fungicidas anti-omicetos utilizados para a requeima são: acilalaninas, representados por metalaxil-M e benalaxil (altamente específicos); acetamidas como o cimoxanil, com ação protetora, curativa e antiesporulante; amidas do ácido cinâmico, valinamidas e mandelamidas, representados por dimetomorfe, bentiavalicarbe e mandipropamida respectivamente, que também são fungicidas com alto potencial protetor, curativo e antiesporulante; carbamatos como o cloridrato de propamocarbe; cianoimidazol: ciazofamida possui ação específica sobre oomicetos, inibindo todos os estágios do ciclo de vida de *P. infestans*; benzamidas como o fluopicolida que interfere na divisão celular; e pirimidilamina representada por ametoctradina que se caracteriza por atuar sobre a formação, liberação, motilidade de zoósporos e germinação de cistos. (Töfoli et al, 2013).

Na tabela 1 abaixo é possível observar os ingredientes ativos de fungicidas registrados para a cultura sendo utilizados no Brasil, para o controle da requeima, sua mobilidade na planta, o grupo químico, o mecanismo de ação e o risco de resistência do fungicida.

Tabela 1 - Ingrediente ativo, mobilidade, grupo químico, mecanismo de ação e risco de resistência de fungicidas registrados no Brasil para o controle da requeima da batata.

Ingrediente ativo*	Mobilidade na planta	Grupo químico	Mecanismos de ação	Riso de resistêcia**
Mancozebe	contato	ditiocarbamato	múltiplo sítio de ação	baixo
Metiram	contato	ditiocarbamato	múltiplo sítio de ação	baixo
Oxicloreto de Cobre	contato	cúprico	múltiplo sítio de ação	baixo
Hidróxido de Cobre	contato	cúprico	múltiplo sítio de ação	baixo
Óxido Cuproso	contato	cúprico	múltiplo sítio de ação	baixo
Clorotaloni	contato	cloronitrila	múltiplo sítio de ação	baixo
Propinebe	contato	ditiocarbamato	múltiplo sítio de ação	baixo
Luazinam	contato	fenilpiridinilamina	fosforilação oxidativa	baixo
Zoxamida	contato	benzamida	divisão celular (mitose)	baixo a médio
Dimetomorfe	mesostêmico	amida do ácido cinâmico	biossíntese de fosfolipídios e deposição da parede celular	baixo a médio
Cimoxanil	mesostêmico	acetamida	desconhecido	baixo a médio
Famoxadona	mesostêmico	oxazolidinadiona	inibição da respiração complexo III (QoI)	alto
Piraclostrobina	mesostêmico	estrobilurina	inibição da respiração complexo III (QoI)	alto
Fenamidona	mesostêmico	imidazolinona	inibição da respiração complexo III (QoI)	alto
Ciazofamida	translaminar	cianoimidazol	inibição da respiração(QiI)	médio a alto
Bentiavalicarbe	translaminar	valinamida	biossíntese de fosfolipídios e deposição da parede celular	médio
Mandipropamida	translaminar	mandelamina	biossíntese de fosfolipídios e deposição da parede celular	médio
Fluopicolida	translaminar	benzamida	divisão celular (mitose)	médio
Metalaxil-M	sistêmico	acilalaninas	RNA polimerase I	alto
Benalaxil	sistêmico	acilalaninas	RNA polimerase I	alto
Propamocarbe	sistêmico	carbamato	permeabilidade da parede celular	baixo a médio

FONTE: Tabela adaptada de TÖFOLI et al, 2013. AGROFIT*, FRAC **

2.2.2 SENSIBILIDADE A FUNGICIDAS

A resistência dos fungos aos fungicidas é uma adaptação pela qual o patógeno passa, sendo hereditária, resultando em uma redução de sensibilidade deste patógeno ao fungicida. Essa resistência pode ser resultante de mutações genéticas únicas ou múltiplas (Ma; Michailides, 2005). Para muitos fungicidas, uma mutação num único gene é suficiente para que um alto grau de resistência seja adquirido, independentemente do fungo em questão (Ghini et al, 2002).

Como isolados sensíveis podem ser controlados por fungicidas, os isolados resistentes podem dominar a população por pressão de seleção a partir do uso de fungicidas ao longo do tempo, o que gera as falhas no controle da doença. A resistência a fungicidas pode ser conferida por vários mecanismos, mas o mecanismo de resistência mais comum de fungos fitopatogênicos a fungicidas é uma alteração do sítio alvo bioquímico do fungicida (Ma; Michailides, 2005).

A resistência a fungicidas é uma forma de seleção que expõe a capacidade de um fungo de sobreviver e se reproduzir na presença de um fungicida. A resistência de campo, é o resultado da prevalência de isolados resistentes a fungicidas que atingem um limite crítico em que o controle da doença já não existe. Os principais fatores que selecionam a resistência a fungicidas em um organismo são: a biologia do patógeno; os mecanismos de ação do fungicida, e a taxa e frequência de aplicação do fungicida (Beckerman, 2013).

A resistência pode ser atribuída a um ou mais mecanismos, como a redução de afinidade no sítio de ação do fungicida; redução da absorção ou aumento de efluxo do fungicida; detoxificação; não conversão para o composto ativo; compensação; e desvio do sítio bloqueado por uma operação alternativa (Delp, 1988 *apud* Ghini et al, 2002).

Os fungicidas disponíveis no mercado têm alvos específicos de controle. Para que isso ocorra, uma linha de base, *baseline*, é estabelecida para o monitoramento das estratégias de uso do produto, e as possíveis resistências e sensibilidades detectadas. Existem alvos mais propensos ao desenvolvimento de resistência do que outros (Russell, 2002).

O ingrediente ativo mais estudado quanto à sensibilidade de *P. infestans* é o metalaxil, principalmente devido sua importância e ampla utilização. Em um estudo

sobre a caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* do sul e sudeste do Brasil de 1998 a 2000, foram testados 122 isolados quanto à resistência ao ingrediente ativo metalaxil (Reis et al., 2003). Dos isolados testados, 79 foram classificados como moderadamente resistentes, 59 como resistentes e apenas 43 foram sensíveis ao fungicida. Outro estudo avaliou a resistência ao metalaxil em 123 isolados de *P. infestans* de municípios do Estado de Goiás e Cidades Satélites de Brasília (Reis et al., 2006). Dos isolados avaliados, 25% foram considerados resistentes, 62% intermediários e 13% sensíveis. A sensibilidade de 133 isolados de *P. infestans* no sul do Brasil ao metalaxil também foi relatada (Coila, 2014). A análise revelou que a maioria dos isolados (77,44%) eram moderadamente resistentes, enquanto que 17,29% eram resistentes e 5,26% eram sensíveis.

Outro importante fungicida no manejo da requeima é o clorotalonil. A sensibilidade a este produto foi testada em um estudo que relatou sensibilidade considerável (Reis et al., 2005); outro estudo examinou populações do sul e sudeste do Brasil, onde nenhum isolado foi insensível (Oliveira, 2010); não foi constatada perda de sensibilidade em um estudo posterior (Coila, 2014); e uma caracterização da população de *P. infestans* em regiões produtoras de batata no Brasil concluiu que a maioria dos isolados testados apresentou alta sensibilidade ao clorotalonil (Zanotta, 2019).

Em estudos direcionados à sensibilidade de isolados a mancozebe, foi demonstrado que os isolados apresentaram sensibilidade considerável ao ingrediente ativo (Reis et al., 2005). Um estudo observou que nenhum dos 68 isolados avaliados foi insensível ao mancozebe (Oliveira, 2010), não se tornando um problema para o manejo da doença ao produtor.

A alta sensibilidade de isolados ao cloridrato de propamocarbe foi relatada por dois estudos (Oliveira, 2010; Zanotta, 2019). Quanto ao Dimetomorfe, um estudo avaliou a sensibilidade entre 68 isolados e não encontrou evidência de resistência (Oliveira, 2010), enquanto outro observou que a maioria dos isolados testados apresentou alta sensibilidade tanto ao dimetomorfe quanto à ciazofamida (Zanotta, 2019).

Além disso, em seus estudos, Oliveira (2010) também não encontrou evidências de resistência à fenamidona e à mandipropamida. Por fim, outro estudo verificou que os isolados de *P. infestans* apresentaram sensibilidade considerável à

cimoxanil (Reis et al., 2005).

Portanto, o monitoramento contínuo da sensibilidade dos isolados de *Phytophthora infestans* aos fungicidas é essencial para o manejo eficaz da requeima. A evolução da resistência aos fungicidas, impulsionada pelo uso repetitivo de produtos com modos de ação específicos, destaca a necessidade de estratégias de controle que incluam a rotação de fungicidas com diferentes mecanismos de ação, bem como a integração de práticas culturais e genéticas. Isso pode ajudar a retardar o surgimento de isolados resistentes, garantindo a longevidade dos fungicidas disponíveis e a sustentabilidade do controle da doença a longo prazo.

3 CONCLUSÃO

Com base nas pesquisas realizadas, o controle da requeima, doença causada por *Phytophthora infestans*, requer uma abordagem integrada que combina práticas culturais rigorosas com o uso estratégico de fungicidas e métodos preventivos.

Os fungicidas mais utilizados tem sido a base de misturas com metalaxil, dimetomorfe, cimoxanil, famoxadona e fluazinam, além de mancozebe, metiram e clorotalonil.

As pesquisas sobre a perda de sensibilidade e o desenvolvimento de resistência do patógeno mostram que, principalmente ao metalaxil, apresenta alto risco de resistência. Outros fungicidas estudados ainda possuem grande capacidade de controle, pois não apresentaram nenhum tipo de resistência nos estudos. Trabalhos de monitoramento periódico devem ser realizados afim de avaliar a vida útil dos produtos e tentar aumentar o tempo de prateleira dos mesmos, visto que o tempo de desenvolvimento de um novo produto é extremamente alto.

4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Disponível em: < https://www.abbabatatabrasileira.com.br/botanica/ >. Acesso em: 10 de março de 2024.

BECKERMAN, J. L. **Detection of Fungicide Resistance**. Fungicides Showcases of Integrated Planted Disease Management from Around the World. 2013.

BOSCO, L. C.; HELDWEIN, A. B.; BLUME, E.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H.; RADONS, S. Z. **Sistema De Previsão De Requeima Em Cultivos De Batata Em Santa Maria, RS**. 2010.

CASTRO, P. R. C.; CAMPOS G. R. **Ecofisiologia Da Batata.** Batata Desafios Fitossanitários E Manejo Sustentável. 2021.

COILA, V. H. C. **Caracterização de isolados de Phytophthora infestans (Mont.) De Bary provenientes de batata do Sul do Brasil associada ao estudo da resistência em Solanum spp.** 2014.

DUCREUX, G.; ROSSIGNOL, L.; ROSSIGNOL, M. **Batata**. Agroanalysis. 1986.

EMBRAPA. Disponível em: < https://www.embrapa.br/ >.

FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y.; MARTINS, D.; BICUDO, S. J.; CURCELLI, F. **Cultivares, Qualidade De Tubérculos E Comercialização Da Batata No Brasil**. Revista Raízes e Amidos Tropicais, volume 7, p. 42-52, 2011.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. **Classificação e Descrição Botânica**. Embrapa. 2003.

FRY, W. E. **Phytophthora infestans: the plant (and R gene) destroyer**. Molecular Plant Pathology, v. 9, 2008.

FRY, W. E.; GOODWIN, S. B. **Resurgence of the Irish Potato Famine Fungus**. BioScience, v. 47, 1997.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Embrapa Meio Ambiente. 2002.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata/br >. Acesso em: 15 de julho de 2024.

LEESUTTHIPHONCHAI, W.; VU, A. L.; AH-FONG, A. M. V.; JUDELSON, H. S. **How Does Phytophthora infestans Evade Control Efforts? Modern Insight Into the Late Blight Disease.** The American Phytopathological Society. 2018. < https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PHYTO-04-18-0130-IA >

MA, Z.; MICHAILIDES, T. J. **Advances In Understanding Molecular Mechanisms Of Fungicide Resistance And Molecular Detection Of Resistant Genotypes In Phytopathogenic Fungi**. Crop Protection, 2005.

MIZUBUTI, E. S. G.; FRY, W. E. **Temperature Effects On Developmental Stages Of Isolates From Three Clonal Lineages Of Phytophthora Infestans**. Phytopathology, v. 88, n. 08, p. 837-843, 1998.

OLIVEIRA, A. S. O. **Genetic Structure, Aggressiveness And Fungicide Sensitivity Of *Phytophthora infestans* Populations From The South And Southeast Regions Of Brazil**. 2010.

PORTAL ADAMA. Disponível em: < https://portaladama.com/cultura-da-batata/ >. Acesso em: 5 de abril de 2024.

PROGNÓTICO AGROPECUÁRIO OLERICULTURA 2021/2022. Disponível em: < https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/Oleri.pdf >. Acesso em: 15 de julho de 2024.

REIS, A., SMART, C. D., FRY, W. E., MAFFIA, L. A., AND MIZUBUTI, E. S. G. **Characterization Of Isolates Of Phytophthora Infestans From Southern And Southeastern Brazil From 1998 To 2000**. Plant Science. 2003.

REIS, A., RIBEIRO, F.H.S. & MIZUBUTI, E.S.G. **Caracterização de isolados de Phytophthora infestans do Distrito Federal e de Goiás**. Fitopatologia Brasileira 31:270-276. 2006.

RUSSELL, P. E. **Sensitivity Baselines In Fungicide Resistance Research And Management**. 2002.

STATISTICAL YEARBOOK 2022 – **Livro Anual de estatísticas da FAO** (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cd12276d-6933-4971-8fb9-b577c8bfad5c/content/cc2211en.html#chapter-2_3 >. Acesso em: 15 de julho de 2024.

SILVA, M.C.C. et al. **Manejo e Controle de Plantas Daninhas na Cultura da Batata.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.1, n.1, p.60-67, Julho, 2011

SCHUMANN, G. L. **The Irish Potato Famine And The Birth Of Plant Pathology**. Plant diseases: Their biology and social impact. 1991.

TAYLOR, M.C.; HARDWICK, N.V.; BRADSHAW, N.J.; HALL, A.M. **Relative Performance Of Five Forecasting Schemes For Potato Late Blight (Phytophthora Infestans) I. Accuracy Of Infection Warnings And Reduction Of Unnecessary, Theoretical, Fungicide Applications**. Crop Protection, v.22, p.275-283, 2003.

TOFOLI, J.G. et al. **Doenças Fúngicas Da Cultura Da Batata: Sintomas, Etiologia E Manejo.** Biológico, São Paulo, v.74, n.1, p.63-73, jan./jun., 2012.

TOFOLI, J.G. et al**. Requeima E Pinta Preta Na Cultura Da Batata: Importância, Características E Manejo Sustentável.** Biológico, São Paulo, v.75, n.1, p.33-40, jan./jun., 2013.

TOFOLI, J.G.; MELO, P. C. T.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. **Controle Da Requeima E Pinta Preta Da Batata Por Fungicidas: Conceitos, Evolução E Uso Integrado.** 2013.

ZANOTTA, S.; SALAS, F. J. S.*;* TOFOLI, J.G.; MIZUBUTI, E. S. G.; TERÇARIOL, I. M. L.; FERRARI, J. T.; DOMINGUES, R.; HARAKAVA, R. **Requeima: Novos Desafios**. Instituto Biológico, São Paulo. 2016.