



## Threats and challenges in the control of quarantine pathogens in the state of Roraima Brazil

### *Ameaças e desafios no controle de patógenos quarentenários no estado de Roraima*

Bernardo de Almeida Halfeld-Vieira\*<sup>1</sup>, Daniel Augusto Schurt<sup>2</sup>, Rosianne Nara Thomé Barbosa<sup>3</sup>, Kátia de Lima Nechet<sup>1</sup>,

**Abstract:** Plant diseases can negatively impact the production and sale of agricultural crops in a given region. Because it is a border state, Roraima is a potential entry route of quarantine pathogens that can threaten Brazilian agriculture. Constant health surveillance is an essential tool to mitigate the risks of the introduction and spread of important pathogens. In order to avoid or reduce the negative impacts caused by diseases resulting from the introduction or occurrence of a pathogen, a well-structured phytosanitary inspection program and technical guidelines for producers are necessary. The combined efforts of research institutions and state agencies aim to reduce production losses caused by diseases. Thus, the objective of this review is to address the main threats and challenges in controlling quarantine pests in the state of Roraima based on the experience of research and extension institutions in monitoring, pest detection and mitigation strategies. In this respect, contextualizing the events discussed may contribute to guiding plant defense measures, thus mitigating the risks of quarantine pathogen introduction and spread in Roraima.

**Key words:** Brazilian Amazon. Plant diseases. Plant pathology. Plant protection. Quarantine pests.

**Resumo:** A ocorrência de doenças de plantas em cultivos agrícolas pode impactar negativamente a produção e comercialização de produtos agrícolas de uma região. Roraima, por ser um estado fronteiriço, é vulnerável a ser via de ingresso de patógenos quarentenários que podem ameaçar a agricultura nacional. A constante vigilância sanitária é uma ferramenta essencial para mitigar os riscos de introdução e disseminação de patógenos importantes. Para se evitar ou reduzir os impactos negativos causados por doenças, decorrentes da introdução ou ocorrência de um patógeno, é necessário um programa de defesa fitossanitária bem estruturado e orientações técnicas para os produtores. O trabalho conjunto de instituições de pesquisa e de órgãos de extensão visa reduzir as perdas de produção ocasionadas por doenças. Assim, objetiva-se com essa revisão abordar as principais ameaças e desafios no controle de pragas quarentenárias no estado de Roraima com base na experiência das instituições de pesquisa e de extensão no monitoramento, detecção de pragas e nas ações de mitigação. Dessa forma, a contextualização da sucessão dos eventos abordados poderá contribuir para orientar medidas a serem adotadas em defesa vegetal e, por conseguinte, para mitigação de riscos de introdução e dispersão de patógenos quarentenários em Roraima.

**Palavras-chave:** Amazônia brasileira. Doenças de plantas. Fitopatologia. Proteção de plantas. Pragas quarentenárias.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 16/05/2022, approved on 22/06/2022 and published on 25/07/2022

<sup>1</sup>D.Sc. Plant Pathology. Embrapa Meio Ambiente. Endereço: Rod. Governador Dr. Adhemar Pereira de Barros, km 127,5, Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP, 13918-110. E-mails: [bernardo.halfeld@embrapa.br](mailto:bernardo.halfeld@embrapa.br); [katia.nechet@embrapa.br](mailto:katia.nechet@embrapa.br)

<sup>2</sup>D.Sc. Plant Pathology. Embrapa Roraima. Endereço: Rod. BR 174 Km 08, Distrito Industrial, Boa Vista, RR, 69301-970, Caixa Postal 133. E-mail: [daniel.schurt@embrapa.br](mailto:daniel.schurt@embrapa.br)

<sup>3</sup>M.Sc. Agronomy. Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Roraima. Endereço: Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, S/N, Parque Anauá, Bairro dos Estados, Boa Vista, RR, 69305-455. E-mail: [rosiannethome@hotmail.com](mailto:rosiannethome@hotmail.com)

## INTRODUCTION

The fact that the state of Roraima borders Venezuela and the Cooperative Republic of Guyana makes it vulnerable to the entry of quarantine pests, requiring effective control actions from phytosanitary agencies. This is due to the lack of awareness on the part of the population of this region regarding the risks that the agricultural sector is exposed to when plant material is transported across borders.

In addition to other organisms, plant pathogens are considered pests. This term applies to any animal or pathogen species, race or biotype harmful to plants or plant products (IPPC, 2021). The entry of a pathogen listed among quarantine pests can result in several consequences, such as affecting the sale of agricultural products, inherent crop damage, and acting as a potential barrier to exports (LOHMANN *et al.*, 2018).

In Roraima, quarantine pests (HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2010; HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2011; DOU, 2018a) are causing considerable damage to local agriculture, often impacting small producers whose only source of income is from agriculture. Some of these pests, not yet introduced or recently introduced and under official surveillance, represent imminent threats to specific chains, such as the bacterium *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, (Ishiyama, 1922) Swings *et al.* 1990, an important rice pathogen and the fungus, and *Moniliophthora roreri* H. C. Evans *et al.* (1978), which infects cocoa and cupuaçu trees, recently detected in the country and under official surveillance in the state of Acre, (DOU, 2021; MAPA, 2021).

When introduced in Brazil, these quarantine pests are capable of causing significant damage to crops (DOU, 2018b; FERREIRA; RANGEL, 2018; GRAMACHO *et al.*, 2018). Additionally, the fungal pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 (E. F. Sm.), W. C. Snyder & H. N. Hansen 1940, present in Colombia and Peru, was found to be at risk of introduction (GASPAROTTO *et al.*, 2020b; KLABUNDE *et al.*, 2021). If it enters the country, it may have the same consequences that the Black Sigatoka disease had for banana crops.

## INTRODUÇÃO

O fato do estado de Roraima fazer fronteira com a Venezuela e a República Cooperativa da Guiana, o torna vulnerável ao ingresso de pragas quarentenárias, requerendo dos órgãos de vigilância fitossanitária ações efetivas de controle. Isso se dá pelo desconhecimento da população que transita nessas fronteiras sobre os riscos que expõem o setor produtivo agropecuário, ao transportar material vegetal.

Convenciona-se que além de outros organismos, os patógenos de plantas são considerados pragas. Esse termo se aplica a qualquer espécie, raça ou biótipo de planta, animal ou agente patogênico, nocivo a plantas ou produtos vegetais (IPPC, 2021). Uma vez introduzido um patógeno elencado dentre as pragas quarentenárias, diversas consequências podem ocorrer, como o comprometimento da comercialização de produtos agrícolas, o dano inerente causado às culturas, além de configurar potencial barreira às exportações (LOHMANN *et al.*, 2018).

No estado de Roraima, as pragas quarentenárias já detectadas (HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2010; HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2011; DOU, 2018a) causam considerável prejuízo à agricultura local, muitas vezes impactando pequenos produtores cuja única fonte de renda é a atividade agrícola. Algumas dessas pragas, ainda ausentes ou com introdução recente e sob controle oficial, configuram ameaças iminentes a cadeias específicas, como: a bactéria *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama, 1922) Swings *et al.* 1990, importante patógeno do arroz e o fungo *Moniliophthora roreri* H. C. Evans *et al.* (1978), recém introduzido no país e sob controle oficial no estado do Acre, que infecta o cacaueiro e o cupuaçuzeiro (DOU, 2021; MAPA, 2021).

Ao serem introduzidas no Brasil, essas pragas são capazes de causar grande impacto nas culturas em que incidem (DOU, 2018b; FERREIRA; RANGEL, 2018; GRAMACHO *et al.*, 2018). Ainda, com risco de introdução, destaca-se o *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raça 4 tropical (E. F. Sm.), W. C. Snyder & H. N. Hansen 1940, presente na Colômbia e Peru (GASPAROTTO *et al.*, 2020b; KLABUNDE *et al.*, 2021). Caso ingresse no país, poderá ocasionar mesmos impactos decorrentes da doença Sigatoka Negra à cultura da bananeira.

The introduction of these pathogens to the Brazilian productive sector has several consequences for the economy, both for well-established crops and those with an increasing planted area. In the agricultural sector of Roraima, soybeans, bananas and rice account for 29.3, 19.5 and 12.6% of crop production value, respectively, while cocoa exhibits the second highest increase in planted area, with a 150% growth rate (FGV, 2020).

This review aims to address the main threats and challenges in controlling quarantine pests in the state of Roraima based on the experience of research and extension institutions in monitoring, pest detection and mitigation strategies. In this respect, contextualizing the events discussed may contribute to guiding plant defense measures, thus mitigating the risks of quarantine pathogen introduction and spread in Roraima.

## QUARANTINE PATHOGENS

Important quarantine pathogens have a significant impact on the supply chain. According to Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) ordinance 45, of August 22, 2018, the causal agents – known as “pests” – are classified in two ways, depending on how they are geographically restricted: absent quarantine pest (AQP), which includes pathogens with potential economic importance for an endangered area that have not yet been introduced in the country, and present quarantine pest (PQP), which comprises pathogens that incite diseases of potential economic importance for an endangered area, already introduced in the country, but not widely spread and under official surveillance (DOU, 2018c).

A introdução desses patógenos em áreas produtoras brasileiras traz diversas consequências à economia, tanto para culturas já estabelecidas quanto para aquelas que vêm aumentando em área plantada. No setor agrícola de Roraima, a soja, a banana e o arroz, por exemplo, respondem por índices de 29,3; 19,5 e 12,6%, em valor da produção, respectivamente; enquanto que o cacaueteiro é a segunda cultura que mais avançou em área plantada, com um índice de aumento de 150% (FGV, 2020).

Nessa revisão serão abordadas as principais ameaças e desafios no controle de pragas quarentenárias no estado de Roraima com base na experiência das instituições de pesquisa e de extensão, no monitoramento, na detecção de pragas e nas ações de mitigação. Desta forma, a contextualização da sucessão dos eventos abordados poderá contribuir para orientar medidas a serem adotadas em defesa vegetal e, por conseguinte, para mitigação de riscos de introdução e dispersão de patógenos quarentenários em Roraima.

## PATÓGENOS QUARENTENÁRIOS

Os patógenos de importância quarentenária, são aqueles cuja ocorrência impactam significativamente uma cadeia produtiva. Segundo a Instrução Normativa nº 45, de 22/8/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), os agentes causais denominados “pragas”, são classificados de duas formas, a depender de como se encontram restritos geograficamente: Praga Quarentenária Ausente (PQA), que abrange patógenos que têm importância econômica potencial para uma área em perigo, porém que não esteja ainda presente no território nacional e Praga Quarentenária Presente (PQP), que compreende patógenos que incitam doenças de importância econômica potencial para uma área em perigo, presente no país, porém não amplamente distribuído e que se encontra sob controle oficial (DOU, 2018c).

Occurrences of PQP that significantly impact different supply chains are particularly prevalent in Roraima. An indication of the phytosanitary vulnerability of this region is the fact that of the seven pathogens on the list of twelve quarantine pests, four are officially considered present, namely: *Mycosphaerella fijiensis* M. Morelet (anamorph: *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton, 1976), *Ralstonia solanacearum* race 2 (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996, *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (ex Hasse 1915) Gabriel et al. 1989 (*Xanthomonas citri* pv. *citri* (Hasse 1915) Constantin 2016), and *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* (Nayudu 1972) Dye 1978 (sin. *Xanthomonas citri* pv. *viticola* (Nayudu 1972) da Gama et al. 2018) (DOU, 2018a). Of these, the last three are considered pests with high phytosanitary risk for Brazil (MAPA, 2022).

The vulnerability of border communities reinforces the importance of plant defense in controlling borders and mitigating risks to local agriculture. Among the measures taken, the following stand out: conducting phytosanitary surveys; sending samples for analysis to a reference or MAPA-accredited laboratory; permanent education and awareness campaigns on the damage caused by the introduction of pests and control of plant material transportation across national and international borders through inspection barriers.

The challenges are daunting, including access to and location of crops, especially in isolated regions, such as the Lower Rio Branco, located on the border between the states of Roraima and Amazonas, where access is mainly by river or air.

Among measures to mitigate risks when a quarantine pathogen is found are pest eradication and exclusion measures. Eradication aims to eliminate sources of inoculum in the region where the pathogen was detected, while exclusion focuses on preventing the pathogen from entering new cultivation areas (VENTURA et al., 2019). Given the importance of PQPs in Roraima, a brief background for each of the four pathogens currently introduced is described below.

Especificamente no estado de Roraima, são assinaladas as ocorrências de PQP que impactam consideravelmente diferentes cadeias produtivas. Um indicativo da vulnerabilidade fitossanitária do Estado é o fato de que, dentre os sete patógenos relacionados em uma lista de doze pragas quarentenárias, quatro deles já são considerados oficialmente presentes: *Mycosphaerella fijiensis* M. Morelet (anamorfo: *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton, 1976), *Ralstonia solanacearum* raça 2 (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996, *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (ex Hasse 1915) Gabriel et al. 1989 (*Xanthomonas citri* pv. *citri* (Hasse 1915) Constantin 2016) e *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* (Nayudu 1972) Dye 1978 (sin. *Xanthomonas citri* pv. *viticola* (Nayudu 1972) da Gama et al. 2018) (DOU, 2018a). Desses, os três últimos são considerados pragas de risco fitossanitário muito alto para o Brasil (MAPA, 2022).

Tal condição de vulnerabilidade dos estados fronteiriços, reforça a importância das ações de defesa vegetal no controle das fronteiras e mitigação de riscos à agricultura local. Entre as ações, destacam-se: a realização de levantamentos fitossanitários; o envio de amostras suspeitas para análise em laboratório oficial ou credenciado pelo Mapa; campanhas permanentes de educação e conscientização sobre os prejuízos causados com a introdução das pragas e o controle do trânsito de material vegetal nas fronteiras nacionais e internacionais por meio de barreiras de fiscalização.

Os desafios são grandes, como acesso e localização dos cultivos, principalmente em regiões mais isoladas, como o Baixo Rio Branco, localizado na fronteira de Roraima com o Amazonas, cujo acesso é basicamente por via fluvial ou aérea.

Entre as ações para mitigação de riscos quando constatado um patógeno quarentenário são a erradicação aliada à articulação coordenada para adoção de medidas de exclusão. A erradicação tem como finalidade a eliminação de fontes de inóculo no local onde o patógeno teve sua ocorrência constatada, enquanto a exclusão visa prevenir o ingresso do patógeno em novas áreas de cultivo (VENTURA et al., 2019). Dada a importância das PQP no Estado, são descritos a seguir um breve histórico para cada um dos quatro patógenos presentes.

### Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*)

Banana cultivation in Roraima is one of the main agricultural activities performed by small and medium-sized producers (FGV, 2020). As a crop suitable for commercial and subsistence purposes and urban orchards, banana is planted in all municipalities (PRILL *et al.*, 2012; SIATER, 2022), but on a larger scale in Caroebe and Rorainópolis, a forest region, and in Iracema and Mucajaí, a transition region between the Brazilian cerrado and forest (MOREIRA *et al.*, 2007).

Boa Vista, the capital of Roraima, is located in a lavrado area (savanna-steppe vegetation) and has a lower rainfall index than the other regions. It can be inferred that such conditions are less conducive to severe epidemics of black Sigatoka, due to lower relative humidity (MARTINS *et al.*, 2016). Banana cultivation for commercial purposes aims to supply the Boa Vista and Amazonas markets (MOREIRA *et al.*, 2007).

Regarding the pathogen, its greatest impact was felt between 2003 and 2006, as recorded in an extensive survey (NECHET *et al.*, 2006; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2011). The disease was first reported in Brazil in February 1998, in the state of Amazonas (PEREIRA *et al.*, 1998) and in 2001, in Roraima, in the municipality of Caroebe (GASPAROTTO *et al.*, 2001). Since then, its occurrence has been detected in a wide range of producing regions.

In the aforementioned survey, conducted in 2003, black Sigatoka was detected in the municipalities of Caroebe, São João da Baliza, Rorainópolis, and Mucajaí, thus remaining restricted until 2005. In that year (2005), the pathogen was detected in Mucajaí, spreading to areas close to the main access road to Boa Vista. In 2006, after banana cultivation began in the savannah areas near Boa Vista, it was finally detected there (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2011).

Until 2012, in Roraima, none of the 15 municipalities adopted measures to mitigate the risk of the disease in banana plantations, as recommended by Ordinance 17/2005 (Federal Department of Agriculture of Roraima (SFA-RR), 2012). As such, the current incidence of black Sigatoka throughout the state causes significant problems for the most susceptible varieties.

### Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

A banana é uma cultura importante no estado de Roraima, configurando uma das principais atividades agrícolas praticadas por pequenos e médios produtores (FGV, 2020). Por abranger cultivos com fins comerciais, de subsistência e pomares urbanos, é plantada em todos os municípios (PRILL *et al.*, 2012; SIATER, 2022), mas com maior escala nos municípios de Caroebe e Rorainópolis, região de floresta, e em Iracema e Mucajaí, região de transição cerrado e a floresta (MOREIRA *et al.*, 2007).

Já Boa Vista, capital do Estado, se encontra em área de savana (lavrado) e apresenta um regime pluviométrico mais curto que as demais regiões. Infere-se que tais condições sejam menos propícias a epidemias severas da Sigatoka negra, devido a umidade relativa do ar ser menor (MARTINS *et al.*, 2016). A produção comercial de banana visa, principalmente, atender os mercados de Boa Vista e do estado do Amazonas (MOREIRA *et al.*, 2007).

Acerca do patógeno, o seu maior impacto se deu entre os anos de 2003 e 2006, registrado em amplo levantamento da sua ocorrência (NECHET *et al.*, 2006; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2011). A doença foi relatada pela primeira vez no Brasil em fevereiro de 1998, no Amazonas (PEREIRA *et al.*, 1998) e, em Roraima, no município de Caroebe, em 2001 (GASPAROTTO *et al.*, 2001). Desde então, sua ocorrência vem sendo detectada nas mais diversas áreas produtoras.

No levantamento anteriormente mencionado, em 2003 a Sigatoka negra foi diagnosticada nos municípios de Caroebe, São João da Baliza, Rorainópolis e Mucajaí, ficando assim restrita até 2005. Nesse ano, foi registrada a ocorrência em Mucajaí, com avanço para as áreas próximas à principal rodovia de acesso à Boa Vista. Com a implantação dos plantios de banana em 2006, nas áreas de savana próximas a Boa Vista, foi enfim detectada nesse município (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2011).

Até o ano de 2012, em Roraima, nenhum dos 15 municípios possuía área de cultivo de banana com adoção de medidas para a mitigação de risco para a doença conforme preconizado pela IN nº 17/2005 (SFA-RR, 2012). Por isso, atualmente, em todo o Estado há incidência da Sigatoka negra causando problemas significativos nas variedades mais suscetíveis.

Given the epidemiological characteristics of the pathogen, whose spores are dispersed over long distances, remaining viable for 10 to 60 days depending on the material to which they are attached (HANADA *et al.*, 2002), disease eradication is difficult. Thus, training and campaigns to control the disease in plantations and prevent its spread to other areas have been the main measures adopted.

The portfolio of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) contains several banana varieties that meet the desirable phytotechnical characteristics and are resistant to the main diseases. Some cultivars have already been evaluated in Roraima, such as the BRS-Japira banana, which is resistant to Sigatoka and Panama disease (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022). Since the use of resistant varieties reduces the probability of plant infection by the pathogen and increases inoculum density, the use of resistant varieties combined with crop treatments can play an important role in risk mitigation.

In regard to chemical control, there are basically four chemical groups (triazole, strobilurin, alkylenebis (dithiocarbamate), and terpenes) and some combinations between the groups (strobilurin and triazole; anilide and strobilurin) registered with MAPA for use in banana plantations (AGROFIT, 2022). Given this limitation, it is recommended that systemic and contact fungicides in aerial sprays be used alternatively to reach leaves 1, 2 and 3, and systemic fungicides the second banana leaf every 60 days, from three months of age until bunch emergence. These precautions may prevent the emergence of resistant strains of *M. fijiensis* and reduce the number of applications per production cycle, respectively (GASPAROTTO *et al.*, 2003; GASPAROTTO *et al.*, 2020a).

### Banana Moko (*Ralstonia solanacearum* race 2)

Banana Moko is a bacterial disease found in South America since 1840. Its symptoms are confused with those resulting from Panama disease, since both diseases cause plant wilt. It is caused by the bacterium *Ralstonia solanacearum* race 2, capable of infecting different plant species of *Musa* spp. and *Heliconia* spp.

Dadas as características epidemiológicas do patógeno, cujos esporos são dispersos a longas distâncias, se mantendo viáveis por 10 a 60 dias dependendo do material em que estão aderidos (HANADA *et al.*, 2002), a erradicação da doença é difícil. Portanto, treinamentos e campanhas para orientação de como realizar o controle da doença nos plantios e evitar sua disseminação para outras áreas têm sido as principais medidas tomadas.

A Embrapa tem em seu portfólio diversas variedades de banana que atendem as características fitotécnicas desejáveis e com resistência às principais doenças. Algumas cultivares já foram avaliadas em Roraima, como é o caso da banana BRS-Japira, que é resistente às Sigatocas e também ao mal-do-Panamá (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022). Uma vez que o uso de variedades resistentes reduz a probabilidade de estabelecimento de infecção da planta pelo patógeno e de aumento da densidade de inóculo, opções do uso de variedades resistentes aliada a tratamentos culturais podem desempenhar papel importante na mitigação de riscos.

Quanto ao controle químico há basicamente quatro grupos químicos (triazol, estrobilurina, alquilenobis (ditiocarbamato) e terpenos) e algumas misturas entre os grupos (estrobilurina e triazol; anilida e estrobilurina) registrados no Mapa para uso na bananeira (AGROFIT, 2022). Com essa limitação, se recomenda o uso alternado entre fungicidas sistêmicos e de contato em pulverizações aéreas para atingir as folhas, 1, 2 e 3, e a aplicação de alguns fungicidas sistêmicos na axila da segunda folha da bananeira a cada 60 dias, a partir dos três meses de idade até a emissão do cacho. Esses cuidados podem evitar tanto o surgimento de estirpes de *M. fijiensis* resistentes quanto reduzir o número de aplicações por ciclo produtivo, respectivamente (GASPAROTTO *et al.*, 2003; GASPAROTTO *et al.*, 2020a).

### Moko da bananeira (*Ralstonia solanacearum* raça 2)

O Moko da bananeira é uma doença de causa bacteriana presente na América do Sul desde 1840. Normalmente seus sintomas são confundidos por aqueles decorrentes do mal do Panamá, já que ambas as doenças causam murcha em plantas. É causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum* raça 2, capaz de infectar diferentes espécies de plantas dos gêneros *Musa* spp. e *Heliconia* spp..

In Brazil, it was officially reported for the first time in the state of Amapá in 1976, presumably introduced from French Guiana. However, in Amazonas it is presumed to have been introduced via Tabatinga, a municipality that is part of the so-called triple border between Brazil, Colombia and Peru, since, at the time, Peruvian and Colombian specialists reported a high incidence of Moko in banana plantations in neighboring border towns (PEREIRA; ALVES, 1981). In both cases, seedling transit was considered the most likely form of introduction, given that the exchange of material across borders is common.

In Venezuela, this disease has been reported since 1961, but until 1981 its incidence had not been proven in Roraima, although specialists from the then Federal Department of Agriculture suspected it had already been introduced (PEREIRA; ALVES, 1981). It was first reported in Roraima in 1983, after a survey conducted by MAPA technicians, where it is speculated that it could have been introduced by Venezuela or due to the autochthonous presence of the pathogen, infecting native musaceae species (ROBBS, 1983). However, the article only reported that there were indications of outbreaks in Roraima according to surveys carried out by MAPA technicians, not clarifying whether the presence of the pathogen was validated by scientific means or if only plants with symptoms similar to those caused by the disease were observed in the field. It was officially reported in Roraima for the first time in the list of quarantine pests in 2007, through MAPA Ordinance 52 from 11/20/2007 (DOU, 2007)

Although Robbs (1983) has considered the possibility that Moko was introduced in Roraima from Venezuela, this hypothesis is unlikely since the pathogen has only been reported in Nova Colina village, located in Rorainópolis, in the southern part of the state. Moko has been detected in the Amazonas in municipalities bordering Roraima, such as Presidente Figueiredo. The isolation of this location and the history of banana transport from the Amazon should also be considered. It is therefore more likely that this pathogen was introduced through the state of Amazonas and not Venezuela.

No Brasil, foi relatada oficialmente pela primeira vez no então território federal do Amapá em 1976, supondo-se que tenha ingressado pela Guiana Francesa. Já no Amazonas, se considera ter sido introduzida por Tabatinga, município que constitui a tríplice fronteira entre o Brasil, a Colômbia e o Peru, uma vez que, na ocasião, fora mencionada a constatação pelos técnicos peruanos e colombianos de alta incidência do Moko em cultivos de bananeira nas cidades fronteiriças vizinhas (PEREIRA; ALVES, 1981). Em ambos os casos, o trânsito de mudas foi considerado a forma mais provável de introdução, por ser comum o intercâmbio de material interfronteiriço.

Na Venezuela, desde 1961, há ocorrência dessa doença, mas até o ano de 1981 sua incidência não havia sido comprovada em Roraima, embora suspeitas da sua presença houvessem sido levantadas por técnicos da então Delegacia Federal de Agricultura (PEREIRA; ALVES, 1981). A primeira menção da sua ocorrência em Roraima foi feita em 1983, após levantamento realizado por técnicos do Mapa, onde especula-se sua possível introdução pela Venezuela ou por presença autóctone do patógeno, infectando espécies de musáceas nativas (ROBBS, 1983). Entretanto, nesta publicação se menciona somente que em levantamentos realizados por técnicos do Mapa houve indícios da existência de focos em Roraima, não esclarecendo se a presença foi de fato validada por meios científicos ou se somente foram observadas plantas com sintomas similares aos causados pela doença em campo. Oficialmente, em Roraima, sua presença foi mencionada pela primeira vez na lista de pragas quarentenárias em 2007, por meio da Instrução Normativa do MAPA, de nº. 52 de 20/11/2007 (DOU, 2007).

Embora Robbs (1983) tenha considerado a possibilidade do Moko ter sido introduzido em Roraima proveniente da Venezuela, esta hipótese é pouco provável uma vez que as únicas menções que se faz em relação à sua ocorrência tenham sido na vila Nova Colina, município de Rorainópolis, Sul do Estado. Sabe-se que no Amazonas há municípios fronteiriços com Roraima com incidência do Moko, como o município de Presidente Figueiredo. Também deve-se considerar o isolamento rodoviário desse local e o histórico de trânsito de material de banana proveniente do Amazonas. Portanto, é mais provável que o ingresso do patógeno tenha se dado por meio do estado do Amazonas e não do país vizinho, ao Norte.

Although systematic surveys of disease incidence in banana plantations were carried out in several locations in the state during the mapping of black Sigatoka occurrence by the technical staff of Embrapa Roraima, no plants with Moko disease were observed in the municipalities visited. The main studies resulting from this survey do not report the disease in the state (NECHET *et al.*, 2004; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2005).

In July 2008, researchers from Embrapa and technicians from the State Department of Agriculture, Livestock and Supply (SEAPA) carried out a joint visit to Santa Maria do Boiaçu, a village in the municipality of Rorainópolis, which other technicians had reported being the first location where the disease that resulted in the inclusion of the pathogen in the list of quarantine pests in Roraima was reported. Likewise, the pathogen was not found in samples collected in field campaigns. However, in 2019, pseudostem and lady finger banana samples with symptoms of Moko disease in Vila Nova Colina, in the municipality of Rorainópolis, were collected. After a preliminary examination of the material, samples were sent to the National Agricultural Laboratory (Lanagro-GO), where molecular biology proved the presence of the bacterium *Ralstonia solanacearum* race 2 (ADERR, 2020; MAPA, 2019a; MAPA, 2019b; MAPA, 2019c).

Once the disease was found, MAPA informed Embrapa researchers and technicians from the Agricultural Defense Agency of the State of Roraima (ADERR) by submitting an official report (MAPA, 2019a), with the producer being instructed to eradicate all plants within the perifocal area, eliminate the regrowth that appears after eradication and avoid planting musaceae in the affected areas for one year. In addition, a phytosanitary inspection was carried out by ADERR over a 5 km radius from the focal point of the disease, as recommended by Ordinance 17 of 5/27/2009. The property's history indicates that the disease was probably introduced through contaminated seedlings or plastic boxes from the state of Amazonas.

In September 2020, ADERR technicians carried out a survey in the Center-South region of the state, in seven municipalities and a further 15 in 2021, with no records of symptomatic plants (ADERR, 2022). These results indicate that disease outbreaks are restricted to specific plantations and eradication and exclusion measures should be taken to prevent them from spreading to other areas of the state.

Apesar de terem sido realizados levantamentos sistemáticos da incidência de doenças em bananais em diversas localidades do Estado por ocasião do mapeamento da ocorrência da Sigatoka negra por corpo técnico da Embrapa Roraima, a constatação de plantas com Moko não foi observada nos municípios visitados. Portanto, as principais publicações decorrentes deste levantamento não fazem menção à doença no Estado (NECHET *et al.*, 2004; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2005).

Em julho de 2008, foi realizada uma visita conjunta por pesquisadores da Embrapa e técnicos da Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) à Santa Maria do Boiaçu, vila do município de Rorainópolis, local onde técnicos mais antigos mencionam ter sido assinalada a primeira ocorrência da doença que resultou na inclusão do patógeno na lista de pragas quarentenárias presentes em Roraima. Da mesma forma, nas amostras coletadas das visitas em campo, o patógeno também não foi constatado. Porém, em 2019, as equipes das instituições coletaram amostras de pseudocaule e frutos de banana prata com sintomas de Moko na vila Nova Colina, município de Rorainópolis. Após exame preliminar de material sintomático, as amostras foram enviadas por técnicos do Mapa para o Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro-GO), comprovando por biologia molecular a presença da bactéria *Ralstonia solanacearum* raça 2 (ADERR, 2020; MAPA, 2019a; MAPA, 2019b; MAPA, 2019c).

Constatada a doença, o Mapa fez a comunicação aos pesquisadores da Embrapa e aos técnicos da Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima (ADERR) por meio do encaminhamento de laudo oficial (MAPA, 2019a), sendo o produtor orientado a erradicar todas as plantas de bananeira dentro da área perifocal, eliminar as rebrotas que aparecem após a erradicação e evitar o plantio de musáceas nas áreas afetadas por um ano. Além disso, se deu a inspeção fitossanitária feita pela ADERR na área abrangida por um raio de 5 km a partir do foco, conforme preconiza a Instrução Normativa Mapa nº 17 de 27/5/2009 (DOU, 2009). O histórico da propriedade indica que a introdução da doença deva ter sido por mudas contaminadas ou caixas plásticas comercializadas provenientes do estado do Amazonas.

Em setembro de 2020, os técnicos da ADERR realizaram um levantamento na região Centro-Sul do Estado, em sete municípios e, em 2021, o levantamento abrangiu 15 municípios não havendo registros de plantas sintomáticas (ADERR, 2022). Esses resultados indicam que os focos da doença estão restritos a plantios específicos e medidas de erradicação e exclusão devem ser tomadas para evitar sua disseminação em outras áreas do Estado.



In order to mitigate the disease, ADERR established the Moko Control and Eradication Program, carried out by a working group to promote and implement this initiative through Ordinance 1462, of 7/15/2021 (DOE-RR, 2021). Since the available information only indicates the incidence of the disease in a restricted area of this micro-region, the need to maintain permanent measures to prevent its spread to other locations in the state is reinforced.

### Citrus canker (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*)

Citrus canker, a serious disease that affects the citrus supply chain, is caused by the bacterium *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, whose nomenclature was recently revised (CONSTANTIN *et al.*, 2016). The disease was first reported in Brazil in 1957, on plantations located in the municipality of Presidente Prudente, São Paulo state (BITANCOURT, 1957), probably from propagation material originating in Asia. Since then, exclusion and eradication measures have been adopted in an attempt to contain the introduction of the pathogen into new areas (BELASQUE JR. *et al.*, 2009).

This pathogen was first reported in Roraima in 2002 (NASCIMENTO *et al.*, 2003), which led MAPA and SEAPA to sign two technical cooperation agreements in 2002 and 2004 to develop plant health defense services in the state (DOU, 2002; DOU, 2005). In 2006, MAPA/SFA-RR agreement No. 01/2006 was signed to survey, control and prevent citrus canker in rural and urban properties throughout the state (SFA-RR, 2007). Given that the disease continues to be detected, since 2007 Roraima has officially appeared on the list of states where this pest is currently found, through MAPA Ordinance 52, of 11/20/2007 (DOU, 2007).

In 2017, Agricultural Defense Department Resolution 8, of 03/27/2017, came into force, determining that the state maintain the phytosanitary status regarding citrus canker in areas under eradication or suppression (SEDOGUCHI, 2017; ADERR, 2018) and concomitantly adopt measures for preventing the spread of the disease (DOE-RR, 2017).

A ação adotada pela Aderr para mitigar essa doença foi o estabelecimento do Programa de Controle e Erradicação do Moko da bananeira no Estado, executado por grupo de trabalho que planeja a promoção e execução dessa ação, por meio da Portaria nº 1462, de 15/7/2021 (DOE-RR, 2021). Como as informações disponíveis indicam somente a incidência da doença nesta microrregião, em ainda uma área restrita, é reforçada a necessidade de manutenção de ações permanentes para evitar a sua disseminação para outras localidades do Estado.

### Cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*)

O cancro cítrico, doença de grande relevância para a cadeia produtiva de citros, é causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, cuja nomenclatura foi recentemente modificada (CONSTANTIN *et al.*, 2016). Essa doença foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1957, em plantios localizados no município de Presidente Prudente, SP (BITANCOURT, 1957), provavelmente de material propagativo trazido da Ásia. Desde então medidas de exclusão e erradicação foram adotadas na tentativa de conter a introdução do patógeno em novas áreas (BELASQUE JR. *et al.*, 2009).

Em Roraima, esse patógeno foi relatado pela primeira vez no ano de 2002 (NASCIMENTO *et al.*, 2003), o que levou o Mapa e a Seapa a celebrarem dois acordos de cooperação técnica para desenvolver serviços de defesa sanitária vegetal no Estado, em 2002 e 2004 (DOU, 2002; DOU, 2005). Posteriormente, em 2006, celebraram o convênio MAPA/SFA-RR Nº 01/2006 para realizar o levantamento, controle e prevenção do cancro cítrico em imóveis rurais e urbanos em todo o Estado (SFA-RR, 2007). Por continuar estabelecida a doença, desde 2007 Roraima consta oficialmente na lista de estados que têm essa praga, por meio da Instrução Normativa MAPA nº 52 de 20/11/2007 (DOU, 2007).

Em 2017, entrou em vigor a Resolução SDA nº 8, de 27/03/2017, onde o Estado mantém o status fitossanitário relativo ao cancro cítrico de área sob erradicação ou supressão (SEDOGUCHI, 2017; ADERR, 2018) quando, concomitantemente, foram estabelecidas medidas que estabeleceram regras e procedimentos para prevenção a disseminação do cancro cítrico (DOE-RR, 2017).

Despite institutional efforts (MAPA/SFA-RR, 01/2006) to mitigate the impact of this pathogen, challenges remain, such as the existence of citrus plants on residential properties in urban areas, where the citrus canker eradication program is difficult to enforce, either by determining if plants can be found on each property or by residents' resistance to plant eradication, in addition to revocation of Embrapa Roraima Phytopathology Laboratory certification in 2011, affecting how fast the disease is diagnosed.

This certification was important in 2009, since it allowed diagnosis of the disease and subsequent measures to eradicate plants with citrus canker in the state. On the other hand, samples with suspected disease cannot be sent for analysis in MAPA-accredited laboratories in other states due to the presence of the citrus mite (*Schizotetranychus hindustanicus*), a quarantine pest officially registered only in Roraima (SFA-RR, 2009).

Citrus production in Roraima is concentrated in the Center-South region, encompassing the municipalities of Caracarái and Rorainópolis, where the disease is not present (ADERR, 2018) and surveys are carried out annually. In 2020, in the municipalities of Rorainópolis, Caroebe, São João da Baliza, São Luiz, Caracarái, Iracema, and Mucajaí, approximately 150,000 plants were located and more than 30,000 were inspected in order to identify possible citrus canker foci in the orchards. After inspections, the disease was detected on properties in Iracema and Mucajaí (Government of Roraima, 2021). The survey carried out in 2021 detected citrus canker foci. It was officially detected in the municipalities of Uiramutã, Alto Alegre, Bonfim, Cantá, Normandia, and Boa Vista, with 35,101 plants inspected and 154 occurrences of the disease identified (ADERR, 2021).

In 2022, ADERR conducted another survey of quarantine pests, which, in addition to citrus canker, included eight more pests, with 800 rural and urban properties visited across the state and around 140,000 plants inspected (GOVERNO DE RORAIMA, 2022). In this process, courses on phytosanitary certification of origin (CFO), issued at the production unit to certify the phytosanitary condition of the plants being transported and of confirmed origin (CFOC), issued at the unit where the product is received, processed or packaged (DOU, 2016), are important for agricultural engineers to be able to control the disease, since they attest to the phytosanitary condition of the plants or their products being transported, thereby contributing to risk mitigation.

Apesar dos esforços Institucionais (MAPA/SFA-RR N° 01/2006) em mitigar a ação desse patógeno, há desafios as serem superados, como o cultivo de citros em propriedades residenciais nas áreas urbanas. Nesse caso, o programa de erradicação do cancro cítrico tem suas ações limitadas. Seja por falta do monitoramento desses cultivos ou pela resistência dos moradores à erradicação das plantas. Além desses, tem-se a revogação da Certificação do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Roraima em 2011, afetando a celeridade no diagnóstico da doença.

A certificação em 2009 do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Roraima foi importante, pois permitiu o diagnóstico da doença e os trabalhos de erradicação de plantas com cancro cítrico no Estado. Por outro lado, não é possível enviar amostras com suspeita da doença para análise em laboratórios credenciados pelo Mapa em outros Estados devido à presença do Ácaro-hindustânico-dos-citros (*Schizotetranychus hindustanicus*), praga quarentenária oficialmente registrada somente em Roraima (SFA-RR, 2009).

A produção de citros em Roraima se concentra na região Centro-Sul, abrangendo os municípios de Caracarái e Rorainópolis, onde não há presença da doença (ADERR, 2018) e anualmente, são realizados levantamentos. Em 2020, nos municípios Rorainópolis, Caroebe, São João da Baliza, São Luiz, Caracarái, Iracema e Mucajaí, foram localizadas aproximadamente 150 mil plantas e inspecionadas mais de 30 mil, a fim de identificar possíveis focos de cancro cítrico nos pomares. Por meio das inspeções, confirmou-se a incidência da doença em propriedades de Iracema e Mucajaí (GOVERNO DE RORAIMA, 2021). O levantamento realizado em 2021 detectou focos de cancro cítrico. Oficialmente foram confirmados nos municípios de Uiramutã, Alto Alegre, Bonfim, Cantá, Normandia e Boa Vista, tendo sido inspecionadas 35.101 plantas e identificadas 154 ocorrências da doença (ADERR, 2021).

Em 2022, a ADERR realizou outro levantamento de pragas quarentenárias, que além do cancro cítrico incluiu mais oito pragas, sendo visitadas 800 propriedades rurais e urbanas em todo o Estado e inspecionadas cerca de 140 mil plantas (GOVERNO DE RORAIMA, 2022). Neste processo, cursos sobre certificação fitossanitária de origem (CFO), emitido na unidade de produção para atestar a condição fitossanitária da partida de plantas e de origem consolidado (CFOC), emitido na unidade onde o produto é beneficiado, processado ou embalado (DOU, 2016), são importantes para que engenheiros agrônomos estejam aptos a atuar no controle da doença, uma vez que atestam a condição fitossanitária da partida de plantas ou seus produtos, o que contribui para mitigação de riscos.

### The vine bacterial canker case

This case exemplifies the importance of promptly carrying out risk mitigation measures to reduce supply chain damage. The occurrence of vine canker in Roraima was detected in samples collected from cultivated fields in Boa Vista in July 2006. Vegetative propagules brought from Petrolina, São Francisco valley, in Pernambuco state to implement commercial vine crops were infected (HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2006).

At that time, the speed between detection and taking eradication measures was crucial in mitigating the risks arising from its introduction. The following institutions actively participated in this process: Embrapa Roraima, the Federal Superintendence of Agriculture, Livestock and Supply of Roraima (SFA-RR) and SEAPA.

After this episode, ADERR was created (DOE-RR, 2008) to monitor areas where the disease occurred and investigate possible cases of vine bacterial canker resurgence. Although the pathogen was considered officially eradicated in September 2007, the result of joint actions involving SEAPA technicians (SFA-RR, 2007), the occurrence of this pathogen in Roraima is still included in the list of quarantine pests found in Brazil, according to Ordinance 38, of 10/1/2018 (DOU, 2018a).

In 2022, ADERR plans to ask the SFA-RR to reopen the state program in order to conduct a phytosanitary survey in all municipalities of the state to investigate possible occurrences of the disease in plants cultivated in both rural and urban areas. Once the absence of outbreaks is confirmed, a work plan will be prepared to request that the SFA-RR exclude this pathogen from the official records of Roraima.

### O caso cancro bacteriano da videira

Esse caso exemplifica muito bem como a rapidez com que as ações de mitigação de riscos são executadas, faz com que a redução dos danos na cadeia produtiva tenha maior probabilidade de ser bem-sucedida. A ocorrência do cancro da videira em Roraima foi constatada em amostras coletadas em campos de cultivo estabelecidos em Boa Vista em julho de 2006. Os propágulos vegetativos trazidos de Petrolina, vale do São Francisco, estado de Pernambuco para fins de implantação dos cultivos comerciais de videira encontravam-se infectados (HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2006).

Na ocasião, a rapidez entre detecção e tomada de medidas para sua erradicação foi crucial para a mitigação de riscos decorrentes da sua introdução. Neste processo as Instituições: Embrapa Roraima, Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento em Roraima (SFA-RR) e Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA), participaram ativamente das ações.

Posteriormente a esse episódio, foi criada a Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima (ADERR) (DOE-RR, 2008) e os trabalhos de acompanhamento das áreas onde houve ocorrência da doença e averiguação de possíveis casos de ressurgência do cancro bacteriano da videira passaram a ser conduzidos por essa autarquia. Embora o patógeno tenha sido considerado oficialmente erradicado em setembro de 2007, ainda decorrentes das ações conjuntas que envolveram técnicos da SEAPA (SFA-RR, 2007), a ocorrência deste patógeno em Roraima até então se encontra incluída na lista de pragas quarentenárias presentes para o Brasil, conforme a Instrução Normativa nº 38, de 1/10/2018 (DOU, 2018a).

Em 2022, a ADERR tem entre suas metas solicitar à SFA-RR a reabertura do programa estadual para realizar um levantamento fitossanitário em todos os municípios do Estado visando averiguar possíveis ocorrências da doença em plantas cultivadas tanto em área rural quanto urbana. Confirmando-se a permanência da ausência de focos, será elaborado um plano de trabalho para requerer à SFA-RR a exclusão do registro da presença deste patógeno no estado de Roraima.

However, for more important crops such as banana and citrus, eradicating quarantine pathogens is a difficult task. For example, vines were not traditionally cultivated in the state, with a small planted area and considerably lower socioeconomic impact than other crops such as bananas. The eradication measures taken the year after commercial-scale implementation, the characteristics of the pathogen's dispersion in the environment and the concentration of crops located in the municipality of Boa Vista, helped in the eradication process.

Thus, the main challenges in mitigating the negative impacts of diseases resulting from the occurrence of a pathogen or its introduction involve several strategies that start with a well-structured phytosanitary defense program and end with proper technical guidelines for producers. Roraima is a gateway for several phytosanitary threats to agricultural crops located not only in the state, but also around the country. As such, the joint efforts of research institutions and state extension agencies is essential to reduce losses caused by plant diseases.

## FINAL CONSIDERATIONS

Finally, the present paper describes events involving pathogens with significant economic and/or social relevance, aiming to increase organized information that accounts for the main challenges in mitigating risks and damages to important crops in the state of Roraima;

In order to provide reliable information that can help chronologically describe events, it was necessary to cite official documents as part of the referenced literature;

It is expected that this review will contribute to the formulation of risk mitigation strategies against the introduction and spread of pathogens;

Given that evidence indicates that the most vulnerable route of banana pathogen introduction is via the state of Amazonas, the responsible authorities should act primarily in the southern region of the state with phytosanitary surveillance of this crop, guiding the local population and carrying out awareness campaigns;

Porém, para culturas de maior expressão como a bananeira e citros, infere-se que as dificuldades para erradicação de patógenos quarentenários sejam mais difíceis. A videira, por exemplo, não tinha tradição de cultivo no Estado, com área plantada e impacto socioeconômico consideravelmente menor que outras culturas como a bananeira. As ações de erradicação logo no ano seguinte em que foi implantada em escala comercial, as características de dispersão do patógeno no ambiente e a concentração de cultivos localizados no município de Boa Vista, auxiliou no processo de erradicação.

Assim, os principais desafios na mitigação dos impactos negativos de doenças decorrentes da ocorrência de um patógeno ou de sua introdução envolvem várias estratégias que se inicia com um programa de defesa fitossanitária bem estruturado e finaliza com orientações técnicas corretas para os produtores. Roraima é uma via de entrada para várias ameaças fitossanitárias para os cultivos agrícolas não só do Estado, mas também para o país. Portanto, o trabalho conjunto de instituições de pesquisa e de órgãos de extensão do Estado é fundamental para reduzir as perdas ocasionadas por doenças de plantas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, a exposição dos eventos aqui descritos, envolvendo os patógenos de maior relevância econômica e/ou social, visa suprir a carência de informações organizadas que compõem os principais desafios para mitigação de riscos e danos às culturas de importância no estado de Roraima;

Para trazer com máxima fidelidade as informações que possam auxiliar na descrição dos eventos na sua cronologia, houve necessidade de citar documentos de órgãos oficiais em parte da literatura referenciada;

A expectativa é que essa revisão contribua na formulação de estratégias de mitigação de riscos de introdução e disseminação de patógenos;

Considerando que as evidências apontam que a rota mais vulnerável de introdução de patógenos de bananeira é via estado do Amazonas, os órgãos competentes devem, atuar prioritariamente na região Sul do Estado em ações de vigilância fitossanitária que envolvam essa cultura, orientando e fazendo campanhas de conscientização da população local;

It is expected that this information will reach the various stakeholders involved with the aforementioned pests and crops. Currently, the highest priority is to reduce the chances of *R. solanacearum* race 2 spreading to other areas and reduce the possibility of introducing *F. oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4, in the event that it is introduced in the country via the state of Amazonas. If this pathogen is introduced in Amazonas, given the history of what occurred with *R. solanacearum* race 2, mitigation measures should be prioritized in the main areas of banana cultivation in Rorainópolis.

Espera-se que essas informações cheguem aos diversos atores envolvidos com as pragas e culturas mencionadas. Na atualidade, a maior prioridade é reduzir as chances de disseminação de *R. solanacearum* raça 2 para outras áreas e, também, reduzir a possibilidade de introdução de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* raça 4 tropical, caso ingresse no país via estado do Amazonas. Na eventualidade desse patógeno ser introduzido no Amazonas, dado o histórico do que ocorreu com a *R. solanacearum* raça 2, as ações deverão ser priorizadas em um primeiro momento nas principais áreas de cultivo de bananeira em Rorainópolis.

## ACKNOWLEDGMENTS

Bernardo A. Halfeld-Vieira is grateful to the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq) for the research productivity grant (proc.: 309014/2021-2).

## AGRADECIMENTOS

Bernardo A. Halfeld-Vieira agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (processo: 309014/2021-2).

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

ADERR. **Plano de ação de prevenção, controle e erradicação da praga cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) no estado de Roraima em atendimento a Instrução Normativa Ministerial nº 21, de 25 de abril de 2018**. Boa Vista, RR: ADERR, 2018.

ADERR. **Plano de ação do programa de controle e erradicação do moko da bananeira e prevenção ao FOC-R4T no estado de Roraima**. Boa Vista, RR: ADERR, 2020. Available from: <[https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisar&id\\_procedimento=2842458&id\\_documento=5302248&infra\\_sistema=10000100&infra\\_unidade\\_atual=110001285&infra\\_hash=cd04e66409b-72291d3261134f00e4971662e2a0f5d3b6d64b-8f99b2eb623866d](https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisar&id_procedimento=2842458&id_documento=5302248&infra_sistema=10000100&infra_unidade_atual=110001285&infra_hash=cd04e66409b-72291d3261134f00e4971662e2a0f5d3b6d64b-8f99b2eb623866d)>. Accessed on: April 23, 2022.

ADERR. **Relatório técnico do levantamento fitossanitário da praga cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) no estado de Roraima em atendimento à Instrução Normativa Ministerial nº 21, de 25 de abril de 2018**. Boa Vista: ADERR, 2021. Available from: <[https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisar&id\\_procedimento=4270885&id\\_documento=4426925&infra\\_sistema=10000100&infra\\_unidade\\_atual=110001285&infra\\_hash=440979bc1b1c-c2ee2fe5bdce2f8e91bd8414f936223e7d75e1d86c-5991d57d3c](https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisar&id_procedimento=4270885&id_documento=4426925&infra_sistema=10000100&infra_unidade_atual=110001285&infra_hash=440979bc1b1c-c2ee2fe5bdce2f8e91bd8414f936223e7d75e1d86c-5991d57d3c)>. Accessed on: April 23, 2022.

ADERR. **Relatório técnico do levantamento fitossanitário de pomares de banana no estado de Roraima em 2021**. Boa Vista, ADERR, 2022. Available from: <[https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisa\\_rapida&id\\_protocolo=2842458&infra\\_sistema=10000100&infra\\_unidade\\_atual=110001285&infra\\_hash=a35908fa-8720945125c4821b1a46a6f496d2c1436a6e1dea0f6f3a-42c5364d46](https://sei.rr.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisa_rapida&id_protocolo=2842458&infra_sistema=10000100&infra_unidade_atual=110001285&infra_hash=a35908fa-8720945125c4821b1a46a6f496d2c1436a6e1dea0f6f3a-42c5364d46)>. Accessed on: May 5, 2022.

- AGROFIT. **Relatório de Pragas e Doenças**. Available from: <[http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwservlet?agrofit\\_cons&pragas.rdf&p\\_script\\_body=&p\\_id\\_cultura\\_praga=3928&paramform=no](http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwservlet?agrofit_cons&pragas.rdf&p_script_body=&p_id_cultura_praga=3928&paramform=no)>. Accessed on: May 26, 2022.
- ALBUQUERQUE, T. C. S.; SCHURT, D. A.; ALVES, A. B. **BRS Japira: cultivar resistente à Sigatoka-negra para produção de bananas de qualidade em Roraima**. (Documentos, 71). Boa Vista: Embrapa Roraima, 2022. 17p.
- BELASQUE JR., J.; FERNANDES, N. G.; MASSARI, C. A. O sucesso da campanha de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo, Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 2, p. 91-92, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052009000200001>
- BITANCOURT, A. A. O cancro cítrico. **O Biológico**, v. 23, p. 101-111, 1957.
- DOE-RR. **Lei Nº 644, de 08 de abril de 2008**. Diário Oficial do Estado de Roraima, n. 799, p. 4-9, 2008. [https://www.imprensaoficial.rr.gov.br/app/\\_edicoes/2008/04/doe-20080414.pdf](https://www.imprensaoficial.rr.gov.br/app/_edicoes/2008/04/doe-20080414.pdf).
- DOE-RR. **PORTARIA Nº. 1045/17/ADERR-GABINETE de 29 de agosto de 2017**. Diário Oficial do Estado de Roraima, n. 3073, p. 12-13, 2017. [https://imprensaoficial.rr.gov.br/app/\\_edicoes/2017/08/doe-20170829.pdf](https://imprensaoficial.rr.gov.br/app/_edicoes/2017/08/doe-20170829.pdf)
- DOE-RR. **PORTARIA Nº. 1462/ADERR/DAF/GERH, de 15 de julho de 2021**. Diário Oficial do Estado de Roraima, n. 4003, p. 58, 2021. [https://imprensaoficial.rr.gov.br/app/\\_edicoes/2021/07/doe-20210716.pdf](https://imprensaoficial.rr.gov.br/app/_edicoes/2021/07/doe-20210716.pdf)
- DOU. **Delegacia Federal de Agricultura no Roraima. Extrato de Cooperação Técnica**. Diário Oficial da União, Seção 3, Nº 230, quinta-feira, 28 de novembro de 2002, p. 3, 2002. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=3&pagina=3&data=28/11/2002>
- DOU. **Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Estado de Roraima. Extrato de Termo de Cooperação Técnica**. Diário Oficial da União, Seção 3, Nº 50, terça-feira, 15 de março de 2005, p. 2, 2005. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=3&pagina=2&data=15/03/2005>
- DOU. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 52, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2007**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 223, quarta-feira, 21 de novembro de 2007, p.31-34, 2007. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/11/2007&jornal=1&pagina=31&totalArquivos=80>
- DOU. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 17, DE 27 DE MAIO DE 2009**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 101, sexta-feira, 29 de maio de 2009, p.27-28 2009. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/05/2009&jornal=1&pagina=27&totalArquivos=216>
- DOU. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 33, DE 24 DE AGOSTO DE 2016**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 164, quinta-feira, 25 de agosto de 2016, p.18-27, 2016. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&data=25/08/2016&pagina=18>
- DOU. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 38, DE 1º DE OUTUBRO DE 2018**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 192, quinta-feira, 4 de outubro de 2018, p.8-9, 2018a. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=04/10/2018&jornal=515&pagina=8&totalArquivos=171>
- DOU. **PORTARIA Nº 3.371, DE 28 SETEMBRO DE 2018**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 190, terça-feira, 2 de outubro de 2018, p.11-14, 2018b. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/10/2018&jornal=515&pagina=11>
- DOU. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 45, DE 22 DE AGOSTO DE 2018**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 169, sexta-feira, 31 de agosto de 2018, p.169, 2018c. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=31/08/2018&jornal=515&pagina=7>
- DOU. **PORTARIA Nº 372, DE 3 DE AGOSTO DE 2021**. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 147, quinta-feira, 5 de agosto de 2021, p.3, 2021. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/08/2021&jornal=515&pagina=3>
- FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. **Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Xanthomonadales: Xanthomonadaceae)**. In: Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Cap.22, p.365-386.

- FGV. **A economia de Roraima e o fluxo venezuelano: evidências e subsídios para políticas públicas**. Fundação Getúlio Vargas, Diretoria de Análise de Políticas Públicas. Rio de Janeiro: FGV DAPP, 2020. 148p.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; TRINDADE, D. R. Situação atual da Sigatoka negra da bananeira. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2001, São Pedro. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza: Gráfica Nacional, 2001. v. 26. p. 449.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, M. C. N. Sigatoka-negra: Situação atual e avanços obtidos. In: V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do Genoma Musa, 2003, Paracatu, MG. **Anais do V Simpósio Brasileiro Sobre Bananicultura e I Workshop do Genoma Musa**. Cruz das Almas, BA: Nova Civilização, 2003. p. 28-34.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, M. C. N. **Deposição de fungicidas na axila da segunda folha da bananeira: nova tecnologia para o controle da Sigatoka-negra**. Comunicado Técnico nº 146, Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2020a. 8p. Available from: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124137/1/Com-Tec-146-.pdf>>. Accessed on: May 26, 2022.
- GASPAROTTO, L.; DITA, M.; ALEXANDRE R. J.; SCHURT, D. A.; LEITE, R. S. V. **Fusarium oxysporum f. sp. cubense raça 4 tropical: perigo para a bananicultura nacional**. Comunicado Técnico nº 149, Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2020b. 19p.
- GOVERNO DE RORAIMA. **CANCRO CÍTRICO | Inspeção vegetal examinou mais de 30 mil plantas em Roraima**. 2021. Available from: <<https://portal.rr.gov.br/noticias/item/3530-cancro-citrico-inspecao-vegetal-examinou-mais-de-30-mil-plantas-em-roraima>>. Accessed on April 20, 2022.
- GOVERNO DE RORAIMA. **FRUTICULTURA. ADERR fará levantamento fitossanitário de pragas quarentenárias**. 2022. Available from: <<https://portal.rr.gov.br/noticias/item/5702-fruticultura-aderr-fara-levantamento-fitossanitario-de-pragas-quarentenarias>>. Accessed on: April 28, 2022.
- GRAMACHO, K. P.; ALBUQUERQUE, P.; NOVAIS, C. B.; LOPES, U. V.; MATTOS SOBRINHO, C. C. **Monilophthora roreri (Cif & Par.) (Agaricales: Marasmiaceae)**. In: Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Cap. 17, p. 257-271.
- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. Bacterial canker of grapevine in Roraima, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 604, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000600013>
- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. **Índice ilustrado de doenças de plantas no estado de Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2010. 62p.
- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L.; SOUZA, G. R. Caracterização do perfil da ocorrência de doenças de plantas no estado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 220-226, 2011. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i3.598>
- HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Sobrevivência de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* em diferentes materiais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 408-411, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582002000400013>
- IPPC. Glossary of phytosanitary terms. **International Standard for Phytosanitary Measures nº 5**, Roma: FAO, 2021. 38p.
- KLABUNDE, G. H. F.; PEREIRA, A.; SCHERER, R. F.; BELTRAME, A. B. Molecular screening in the EPAGRI'S banana germplasm collection to identify sources of resistance to *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* tropical race 4. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 3, p. 57-62, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v34i3.1105>
- LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L.; VALENTE, C. M. W.; BAGOLIN, D. J.; RASKI, R. K.; MICHEREFF FILHO, M. **Análise de resultado para Impactos Estimados**. In: Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Cap.7, p.95-122.
- MAPA. **Laudo de Diagnóstico Fitossanitário Nº 05073/19-GO**, 2019a. 1p.

- MAPA. **Laudo de Diagnóstico Fitossanitário N° 05074/19-GO**, 2019b. 1p.
- MAPA. **Laudo de Diagnóstico Fitossanitário N° 05075/19-GO**, 2019c. 1p.
- MAPA. **Foco de praga que atinge cultivo de cacau e cupuaçu é detectado no Acre**. 2021. Available from: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/foco-de-praga-que-atinge-cultivo-de-cacau-e-cupuacu-e-detectado-no-acre>> Accessed on: May 12, 2022.
- MAPA. **Hierarquização de pragas de maior risco fitossanitário do Brasil**. Nota Técnica, 2022. 12p. [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-lista-com-hierarquizacao-de-pragas-de-maior-risco-fitossanitario/1NotaTecnica\\_Hierarquizaodepragasdemaiorriscofitossanitario\\_.pdf/@@download/file/1NotaTecnica\\_Hierarquizaodepragasdemaiorriscofitossanitario\\_.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-lista-com-hierarquizacao-de-pragas-de-maior-risco-fitossanitario/1NotaTecnica_Hierarquizaodepragasdemaiorriscofitossanitario_.pdf/@@download/file/1NotaTecnica_Hierarquizaodepragasdemaiorriscofitossanitario_.pdf)
- MARTINS, M. B.; GASPAROTTO, L.; MOREIRA, A. Sigatoka-negra em bananais cultivados na região Centro-Sul do Estado de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 1, p. 74-79, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.2094>
- MOREIRA, N. X.; NEVES, L. C.; BENEDETTE, R. M.; XAVIER, V.; VIEITES, R. L. Estudo das relações comerciais na feira do produtor em Boa Vista/RR e na feira da banana em Manaus/AM. **Mens Agitat**, v. 2, n. 1, p. 59-66, 2007.
- NASCIMENTO, J. F.; RODRIGUES NETO, J.; ALVES, J. M. A.; RÊGO, M. M.; ARAÚJO, A. E. S. Ocorrência de cancro cítrico no estado de Roraima. **Summa Phytopathologica**, v. 29, p. 81, 2003.
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. **Doenças da bananeira no estado de Roraima: sintomas e manejo**. Circular Técnica n° 4, Boa Vista: Embrapa Roraima, RR, 2005. 14p.
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Disseminação da sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) no estado de Roraima. **Passages de Paris**, v. 6, p. 129-134, 2011.
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; PEREIRA, P. R. V. S. Diagnóstico de doenças da bananeira no estado de Roraima. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2004, Gramado. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2004. v. 29. p. S34.
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; PEREIRA, P. R. V. S.; CALIARI, C. C. Distribuição de sigatokas na cultura da banana (*Musa* spp.) no estado de Roraima. In: VI Simpósio Brasileiro Sobre Bananicultura: sistemas alternativos de produção, 2006, Joinville. **Anais do VI Simpósio Brasileiro Sobre Bananicultura**, Itajaí: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2006. p. 334.
- PEREIRA, L. V., ALVES, E. J. (Org.). **Moko ou murcha bacteriana da bananeira**. Documentos n° 6, Cruz das Almas, BA: Embrapa CNPMF, 1981. 71p.
- PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L.; COELHO, A.F.S.; URBEN, A. Ocorrência da Sigatoka-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.23, (suplemento), p.295, 1998.
- PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; CAMPOS, A. J.; SILVA, S.; CHAGAS, E. A.; ARAÚJO, W. F. Aplicações de tecnologias pós-colheita para bananas ‘Prata-Anã’ produzidas e comercializadas na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1237-1242, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001100013>
- ROBBS, C. F. “Moko” ou murcha bacteriana da bananeira no Brasil. In: Simpósio sobre Bananeira Prata, Cariacica. **Anais do Simpósio sobre Bananeira Prata**. Documentos 4, Cariacica: EMCAPA, 1983. p.113-120.
- SEDOGUCHI, É. T. **Implantação da IN 37/2016 no País**. 2017. Available from: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/citricultura/2017/52aro/in-37-eriko-tadashi-dsv-mapa.pdf/@@download/file/in-37-eriko-tadashi-dsv-mapa.pdf>>. Accessed on: May 2, 2022.
- SFA-RR. **Relatório de gestão 2007**. Available from: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/transparencia/2007/sfa-rr-roraima.pdf>>. Accessed on: May 2, 2022.



SFA-RR. **Relatório de gestão 2009**. Available from:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/transparencia/2009/sfa-rr-roraima.pdf>>. Accessed on: May 2, 2022.

SFA-RR. **Relatório de gestão 2012**. Available from:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/transparencia/2012/sfa-rr.pdf>>. Accessed on: May 2, 2022.

SIATER. **Relatório dos produtores que produzem a cultura: Banana (2018/2022)**. Boa Vista, RR: Sistema de Gerência da Assistência Técnica e Extensão Rural, 2022.

VENTURA, J. A.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; CULIK, M. P.; COSTA, H. Impact and management of diseases in the propagation of fruit plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 4, e-647, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019647>