

Current Situation and Research Gaps on Cassava Witches' Broom (*Rhizoctonia theobromae*)

Situação e lacunas de pesquisa sobre a vassoura-de-bruxa (Rhizoctonia theobromae) da mandioca

Maria Andréia Lopes Geber¹; Silvana Fraga da Silva^{1*}

Abstract: Cassava Witches' Broom Disease (CWBD), associated with species of *Rhizoctonia theobromae*, is an emerging plant disease of high phytosanitary concern, recently reported in several Southeast Asian countries and, more recently, in Brazil. The emergence and rapid spread of this disease pose a significant threat to cassava productivity and food security in tropical regions. This study aims to compile and analyze the main scientific evidence published between 2018 and 2025 regarding the etiology, dissemination, socioeconomic impact, and management strategies of CWBD. The methodology followed a systematic review based on the PRISMA protocol, including recent national and international publications. Results indicate that CWBD severely affects cassava growth and yield, directly impacting the livelihood and socioeconomic stability of smallholder farming communities. Current management strategies focus on preventive measures such as the use of pathogen-free planting material, crop rotation, and continuous phytosanitary monitoring. However, scientific gaps remain concerning the definitive identification of the causal agent, understanding of its life cycle, and the development of resistant genotypes. It is concluded that the spread of CWBD represents an increasing threat to tropical cassava production, requiring integrated efforts in research, surveillance, and public policy to reduce its impacts.

Key words: *Ceratobasidium* sp.. Emerging diseases. Phytosanitary management. Food security.

Resumo: A vassoura-de-bruxa da mandioca (Cassava Witches' Broom Disease – CWBD) é uma enfermidade emergente de elevada relevância fitossanitária, com registros recentes em países do Sudeste Asiático e, mais recentemente, no Brasil. O surgimento e a rápida expansão dessa doença representam uma ameaça significativa à produtividade da mandioca e à segurança alimentar em regiões tropicais. Objetivou-se com este estudo reunir e analisar as principais evidências científicas publicadas entre os anos de 2018 e 2025, abordando a etiologia, a disseminação, o impacto socioeconômico e as estratégias de manejo da CWBD. A metodologia baseou-se em revisão sistemática, conforme o protocolo PRISMA, contemplando publicações nacionais e internacionais recentes. Os resultados demonstram que a CWBD compromete o desenvolvimento e a produtividade da mandioca, afetando diretamente a subsistência de agricultores familiares e o equilíbrio socioeconômico das comunidades rurais. As estratégias de manejo atualmente propostas concentram-se em medidas preventivas, tais como o uso de material propagativo livre de patógenos, a rotação de culturas e o monitoramento fitossanitário contínuo. No entanto, ainda persistem lacunas científicas relacionadas à caracterização definitiva do patógeno, à compreensão de seu ciclo de vida e ao desenvolvimento de genótipos resistentes. Conclui-se que o avanço da CWBD constitui uma ameaça crescente à mandiocultura tropical, demandando esforços integrados entre pesquisa, vigilância e formulação de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos dessa enfermidade emergente.

Palavras-chave: *Ceratobasidium* sp.. Doenças emergentes. Manejo fitossanitário. Segurança alimentar.

*Corresponding author

¹Centro Universitário Aparício Carvalho (Fimca), Curso de Agronomia, Rua Araras, nº 241 – Bairro Jardim Eldorado, Porto Velho – RO, Brasil. E-mails: andreiaff.pvh@gmail.com; Silvana.fraga2021@gmail.com

INTRODUCTION

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a crop of great socioeconomic relevance in the tropics and one of the main sources of carbohydrates in developing countries, playing a strategic role in global food security (OTÁLORA *et al.*, 2023; XIAO *et al.*, 2024). Cassava is cultivated in more than 100 countries, especially in Latin America, Africa, and Asia. It serves as a staple food for millions of people and an important source of income for small holder farmers (OTEKUNRIN, 2024). The crop develops in low-fertility soils and under adverse climatic conditions, ensuring the sustenance of rural communities while contributing to biodiversity (LOIZOU *et al.*, 2025). In addition to its food importance, it is also notable for its use in flour and derivative productions, driving local and international agro-industrial chains (ALVES *et al.*, 2022; ANDRÉS-MEZA *et al.*, 2024).

Although cassava is highly resilient and of strategic importance for food security, it faces a new phytosanitary challenge with the confirmation of the occurrence of witches' broom disease (CWBD) in 2024. This disease, caused by *Rhizoctonia theobromae*, was first identified in the municipality of Oiapoque, Amapá (EMBRAPA, 2024). In response, the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA) declared a phytosanitary emergency in the States of Amapá and Pará in 2025, implementing the National Program for the Prevention and Control of Cassava Witches' Broom Disease (BRASIL, 2025).

The incidence of CWBD in the Philippines causes symptoms that compromise plant development. Among these, shortened internodes and excessive phyllody growth stand out, leading to denser vegetation at the upper part of the plant. In addition, there is a considerable reduction in root productivity, reaching more than 50% loss in harvested yield (LANDICHO *et al.*, 2024). These symptoms, similar to those observed in other regions of Southeast Asia, suggest the negative impact of the disease on the health and yield of affected plants (DOLORES *et al.*, 2023; GIL-ORDÓÑEZ *et al.*, 2024).

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande relevância socioeconômica nos trópicos e uma das principais fontes de carboidratos em países em desenvolvimento, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar global (OTÁLORA *et al.*, 2023; XIAO *et al.*, 2024). Cultivada em mais de 100 países, especialmente na América Latina, África e Ásia, constitui base alimentar para milhões de pessoas e importante fonte de renda para pequenos agricultores (OTEKUNRIN, 2024). A cultura se desenvolve em solos de baixa fertilidade e sob condições climáticas adversas, garantindo a subsistência das comunidades rurais e contribuindo, ao mesmo tempo, para a biodiversidade (LOIZOU *et al.*, 2025). Além de sua importância alimentar, destaca-se pelo uso na produção de farinha e derivados, movimentando cadeias agroindustriais locais e internacionais (ALVES *et al.*, 2022; ANDRÉS-MEZA *et al.*, 2024).

A cultura da mandioca embora tenha grande rusticidade e importância estratégica para a segurança alimentar, enfrenta um novo desafio fitossanitário com a confirmação da ocorrência da vassoura-de-bruxa (CWBD) em 2024. Esta doença, causada pela *Rhizoctonia theobromae*, foi identificada inicialmente no município de Oiapoque, Amapá (EMBRAPA, 2024). Em resposta, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) declarou estado de emergência fitossanitária nos estados do Amapá e do Pará em 2025, implementando o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Vassoura-de-Bruxa da Mandioca (BRASIL, 2025).

A incidência da CWBD nas Filipinas provoca sintomas que comprometem o desenvolvimento da planta. Entre eles, destacam-se o encurtamento dos entrenós e o crescimento excessivo de filodia, o que resulta em uma vegetação mais densa na parte superior da planta. Além disso, há uma redução considerável na produtividade das raízes, chegando a mais de 50% na quantidade de colheitas obtidas (LANDICHO *et al.*, 2024). Esses sintomas, semelhantes aos observados em outras regiões do Sudeste Asiático, evidenciam o impacto negativo da enfermidade sobre a saúde e o rendimento das plantas afetadas (DOLORES *et al.*, 2023; GIL-ORDÓÑEZ *et al.*, 2024).

The introduction of witches' broom disease into Brazilian territory represents a threat of broad scope, not only agronomic but also socioeconomic (LEIVA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2025). The increasing and alarming positive rate indicates a high prevalence of the disease relative to the number of samples analyzed and suggests a potential risk of spread into unaffected areas. With a significant number of confirmed cases in Brazil, this scenario reinforces the urgency of containment actions, as the losses caused by the disease may compromise the sustainability of agricultural systems dependent on this crop (BISPO *et al.*, 2025).

Considering the advancement of its dissemination, there is a risk of the disease spreading to other producing states if preventive measures and management strategies are not effectively applied (BASTOS *et al.*, 2023). Thus, understanding the historical trajectory of witches' broom disease, from its earliest records to its recent introduction in Brazil, is crucial. The disease was first identified in regions of Central America before spreading to South America. This international dissemination occurred mainly through the movement of infected genetic material and the lack of appropriate measures for adequate controls (PARDO *et al.*, 2023). Thus, the arrival of the disease in Brazilian territory in 2024 marked the beginning of more concentrated efforts for its containment. This trajectory highlights the importance of research activities, management strategies, and public policies aimed at controlling the disease (HAHN *et al.*, 2025).

Despite advances in characterizing the pathogen and identifying affected areas, the literature on cassava witches' broom remains fragmented and lacks critical systematization. Therefore, this systematic review compiles and analyzes the main evidence on etiology, epidemiology, diagnosis, management, productive and socioeconomic impacts, with the aim of supporting research, surveillance, and disease control actions.

MATERIALS AND METHODS

This systematic review was conducted in accordance with the guidelines of the international PRISMA 2020 protocol (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (PAGE *et al.*, 2021), with the aim of critically synthesizing the scientific evidence on cassava witches' broom (*Rhizoctonia theobromae*).

A introdução da vassoura-de-bruxa em território brasileiro representa uma ameaça de ampla dimensão, não apenas agrônomo, mas também socioeconômica (LEIVA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2025). A taxa de positividade é crescente e alarmante, pois indica uma prevalência da doença em relação ao número de amostras analisadas e sugere um potencial risco de disseminação em áreas não afetadas. Com um número expressivo de casos confirmados no Brasil, esse cenário reforça a urgência de ações de contenção, pois os prejuízos causados pela doença podem comprometer a sustentabilidade de sistemas agrícolas dependentes dessa cultura (BISPO *et al.*, 2025).

Considerando o avanço da disseminação, há risco de expansão da doença para outros estados produtores, caso medidas preventivas e estratégias de manejo não sejam aplicadas de forma eficaz (BASTOS *et al.*, 2023). Dessa forma, compreender a trajetória histórica da vassoura-de-bruxa, desde seus primeiros registros até sua recente introdução no Brasil, é fundamental. Antes de se espalhar para a América do Sul, a doença foi identificada pela primeira vez em regiões da América Central. Essa disseminação internacional aconteceu principalmente pelo transporte de material genético infectado e pela falta de medidas adequadas de controle (PARDO *et al.*, 2023). Assim, a introdução da doença no território brasileiro em 2024 marcou o início de esforços mais concentrados para sua contenção. Essa trajetória destaca a importância de ações de pesquisa, manejo e políticas públicas voltadas à contenção da doença (HAHN *et al.*, 2025).

Apesar dos avanços na caracterização do patógeno e na identificação de áreas afetadas, a literatura sobre a vassoura-de-bruxa da mandioca permanece fragmentada e carece de sistematização crítica. Assim, esta revisão sistemática reúne e analisa as principais evidências sobre etologia, epidemiologia, diagnóstico, manejo e impactos produtivos e socioeconômicos, visando subsidiar ações de pesquisa, vigilância e controle da doença.

MATERIAL E MÉTODOS

Essa revisão sistemática foi conduzida conforme as diretrizes do protocolo internacional PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (PAGE *et al.*, 2021) e visa sintetizar criticamente as evidências científicas sobre vassoura-de-bruxa da mandioca (*Rhizoctonia theobromae*).

The adoption of this methodology is justified by the need to gather, in a rigorous and critical manner, the main advances in knowledge about the disease, addressing everything from its impacts on productivity to prospects for integrated management. In this way, the review seeks to provide an updated overview that supports both the scientific understanding of the pathology and the development of practical strategies to mitigate its consequences in cassava cultivation.

To guide the investigation, an adaptation of the PICO structuring strategy-widely used in systematic reviews-was employed. This strategy served as the basis for formulating the research question and searching for relevant scientific evidence.

In this adaptation, specific elements related to cassava witches' broom were considered: the study population (P), corresponding to cassava plants affected by the disease; the intervention (I), defined as the disease control methods (sanitary, genetic, biological, or chemical); the comparison (C), involving different types of management approaches described in the literature; and the outcomes (O), related to impacts on productivity, such as yield losses, reduction in internode length, abnormal shoot proliferation, and decreased tuberous root production. This structured approach enabled a more focused and efficient investigation, facilitating the identification of relevant studies and the systematic analysis of the available information on the topic.

Based on this structure, the following guiding question was formulated: "What control methods and management strategies for cassava witches' broom (*Rhizoctonia theobromae*) have been reported, and what are their effects on reducing disease incidence and maintaining crop productivity?"

The search for publications was conducted between September and October 2025 in the Scopus, Web of Science (WoS Core Collection), SciELO, and Google Scholar databases. The search strategies combined controlled descriptors (DeCS/MeSH) and free terms, integrated by Boolean operators, following the model: ("Manihot esculenta"[MeSH] OR Cassava OR mandioca) AND ("Plant Diseases"[MeSH] OR "doenças das plantas" OR phytopathology) AND ("Rhizoctonia theobromae" OR "vassoura-de-bruxa").

A adoção dessa metodologia justifica-se pela necessidade de reunir, de forma criteriosa e crítica, os principais avanços no conhecimento sobre a enfermidade, abordando desde seis impactos na produtividade até as perspectivas de manejo integrado. Dessa forma, busca-se oferecer um panorama atualizado que auxilie tanto a compreensão científica da patologia quanto a formulação de estratégias práticas para mitigar suas consequências no cultivo da mandioca.

Para orientar a investigação, utilizou-se uma adaptação da estratégia estruturante PICO, amplamente empregada em revisões sistemáticas, que serviu de base para a formulação da questão de pesquisa e para a busca de evidências científicas relevantes.

Nesta adaptação, foram considerados os elementos específicos relacionados à vassoura-de-bruxa da mandioca: a população de estudo (P), correspondendo às plantas de mandioca afetadas pela enfermidade; a intervenção (I), definida como os métodos de controle da doença (sanitários, genéticos, biológicos ou químicos); a comparação (C), envolvendo diferentes tipos de abordagens de manejo descritas na literatura; e os desfechos (O), relacionados aos impactos na produtividade, como perdas de rendimento, redução do comprimento dos entrenós, proliferação anormal de brotações e diminuição na produção de raízes tuberosas. Essa abordagem estruturada permitiu uma investigação mais focada e eficiente, facilitando a identificação de estudos pertinentes e a análise sistemática das informações disponíveis sobre o tema.

Com base nessa estrutura, formulou-se a seguinte pergunta norteadora: "Quais métodos de controle e estratégias de manejo da vassoura-de-bruxa da mandioca (*Rhizoctonia theobromae*) têm sido relatados e quais seus efeitos na redução da incidência da doença e na manutenção da produtividade da cultura?"

A busca por publicações foi realizada entre setembro e outubro de 2025, nas bases Scopus, Web of Science (WoS Core Collection), SciELO e o Google Scholar. As estratégias de busca, combinaram descritores controlados (DeCS/MeSH) e termos livres, integrados por operadores booleanos, conforme o seguinte modelo: ("Manihot esculenta"[MeSH] OR Cassava OR mandioca) AND ("Plant Diseases"[MeSH] OR "doenças das plantas" OR fitopatologia) AND ("Rhizoctonia theobromae" OR "vassoura-de-bruxa").

The inclusion criteria adopted were: articles published between 2018 and 2025, in Portuguese, English, or Spanish, containing data addressing symptoms, etiology, management, or impacts of the disease, and presenting results on efficacy, incidence, or productivity; review papers providing relevant data on management. Duplicate studies, conference abstracts without complete data, and studies that do not present results related to disease control were excluded.

The selection of studies followed four sequential steps: (i) reading of the titles; (ii) reading of the abstracts; (iii) full reading of the eligible articles; and (iv) final qualitative assessment. Screening was conducted independently by two researchers, and any disagreements were resolved by consensus. The level of agreement between the reviewers was calculated using the kappa coefficient (κ), ensuring the consistency and reliability of the study selection process.

The extracted information was organized into summary tables and subjected to qualitative critical analysis, enabling the identification of trends, knowledge gaps, and convergent points across different studies. Finally, the PRISMA flowchart was prepared, graphically representing the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion of studies in this systematic review (Figure 1).

Os critérios de inclusão adotados foram: artigos publicados entre 2018 e 2025, nos idiomas português, inglês ou espanhol, contendo dados que abordem sintomas, etiologia, manejo ou impactos da doença, apresentando resultados sobre eficácia, incidência ou produtividade; trabalhos de revisão que tragam dados relevantes sobre manejo. Foram excluídos trabalhos duplicados, resumos de eventos sem dados completos e estudos que não apresentem resultados relacionados ao controle da doença.

A seleção dos estudos seguiu quatro etapas sequenciais: (i) leitura dos títulos; (ii) leitura dos resumos; (iii) leitura integral dos artigos elegíveis; e (iv) avaliação qualitativa final. A triagem foi conduzida de forma independente por dois pesquisadores, e eventuais divergências foram resolvidas por consenso. O grau de concordância entre os avaliadores foi calculado pelo coeficiente kappa (κ), assegurando a consistência e a confiabilidade do processo de seleção dos estudos.

As informações extraídas foram organizadas em tabelas de síntese e submetidas à análise crítica qualitativa, possibilitando identificar tendências, lacunas de conhecimento e pontos de convergência entre os estudos analisados. Ao final, elaborou-se o fluxograma PRISMA, representando graficamente as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos na presente revisão sistemática (Figura 1).

IDENTIFICATION	References identified in Database: Scopus Web of Science SciELO (n = 10), Google Scholar (n = 85) Total (n = 95)	Records removed before the selection process: Duplicates (n=20) Records ineligible by automated tools (n=12) Removed for other reasons (n=20) Total (n=184)
SCREENING	References assessed by title and abstract: (n=63) References included for full-text review: (n=43) References assessed for full-text review: (n=29)	Excluded references (n=20) References whose full text was not identified:(n=14) Full-text assessed references (n=29) They presented information about the topic.
INCLUDED	Studies included in the review: (n=29)	

Figure 1 - Fluxograma PRISMA da pesquisa.
Figura 1 - PRISMA flowchart for research.

RESULTS

The search and screening of studies resulted in a representative set of national and international research related to cassava cultivation and witches' broom (Cassava Witches' Broom Disease - CWBD), covering agronomic, phytosanitary, socioeconomic, and historical aspects. The selected publications include original articles, technical reports, and reviews that address everything from the identification and characterization of the pathogen *Rhizoctonia theobromae* to the productive impacts and management strategies of the disease in different geographic contexts.

The quantitative synthesis made it possible to gather relevant information on the main authors, years of publication, countries where the studies were conducted, thematic focuses, and key findings. This systematization highlighted the predominance of research carried out in Asia and South America, with emphasis on the recent emergence of CWBD in Brazil starting in 2024. Overall, the studies indicate significant yield losses, challenges in diagnosis and integrated management, and the need for public policies aimed at preventing the disease.

Based on this analysis, Table 1 was prepared, which presents a summary of the included studies and allowing for a comparative view of the main findings and research trends on cassava witches' broom.

RESULTADOS

A busca e a triagem dos estudos resultaram em um conjunto representativo de pesquisas nacionais e internacionais relacionadas à cultura da mandioca e à vassoura-de-bruxa (Cassava Witches' Broom Disease - CWBD), abrangendo aspectos agrônômicos, fitossanitários, socioeconômicos e históricos. As publicações selecionadas incluem artigos originais, relatórios técnicos e revisões que abordam desde a identificação e a caracterização do patógeno *Rhizoctonia theobromae* até os impactos produtivo e as estratégias de manejo da doença em diferentes contextos geográficos.

A síntese quantitativa permitiu reunir informações relevantes sobre os principais autores, anos de publicação, países de realização dos estudos, focos temáticos e resultados mais expressivos. Essa sistematização evidenciou o predomínio de pesquisas desenvolvidas na Ásia e na América do Sul, com destaque para a recente emergência da CWBD no Brasil a partir de 2024. De modo geral, os estudos apontam perdas produtivas significativas, desafios no diagnóstico e no manejo integrado, além da necessidade de políticas públicas voltadas à contenção e prevenção da doença.

Com base nessa análise, foi elaborada a Tabela 1, que apresenta um resumo dos estudos incluídos, permitindo visualizar de forma comparativa os principais achados e tendências de pesquisa sobre a vassoura-de-bruxa da mandioca.

Table 1 - Reviewed studies on cassava and cassava witch's broom disease (CWBD)

Tabela 1 - Estudos analisados sobre a mandioca e a vassoura-de-bruxa da mandioca (CWBD)

Author(s)	Year	Country/Region	Study Focus	Main Results/Contributions
Alves, L.; Felipe, F.; Cardoso, C.	2022	Brazil	Socioeconomic importance of cassava and derivatives	Analysis of the economic and social relevance of cassava, highlighting its role in food and the local economy.
Arinaitwe, W.; Vongphachanh, P.; <i>et al.</i>	2023	Southeast Asia	Cassava witches' broom disease	Association of the disease with a fungal pathogen; contributions to monitoring and management in the region.
Bastos, C. N. <i>et al.</i>	2023	Not specified	First report of the disease in cassava	Identification of the pathogen <i>Ceratobasidium theobromae</i> as the cause of the disease.
Brazil. Ministry of Agriculture and Livestock	2025	Brazil	Prevention and control programme for witches' broom	National guidelines for surveillance, prevention, and disease control.
Bonfim Junior.; Peruch M.; <i>et al.</i>	2024	Brazil	Control of cassava diseases	Evaluation of control methods, including cultural management and the use of resistant varieties.
Dolores, L. M.; Langres, J. A.; <i>et al.</i>	2023	Philippines	Incidence, distribution, and genetic diversity of the pathogen	Mapped the distribution and genetic diversity of the agent associated with the disease.

Continua...

Embrapa	2024	Brazil	First case of the disease in Brazil	Initial record of the disease's occurrence in the country.
Henz, G.	2024	Brazil	Impact of plant diseases on food security	Highlights the strategic importance of diseases in agriculture and nutrition.
Landicho, D. M.; Montañez, R. J. M.; <i>et al.</i>	2024	Philippines	Status of CWBD and identification of pathogens	Use of metagenomics to identify potential pathogens and the epidemiological status.
Leiva, A. M.; Pardo, J.; <i>et al.</i>	2023	Southeast Asia	Associação de Ceratobasidium sp. à CWBD	Confirmation of the pathogen as an emerging threat to cassava cultivation.
Mata, R.; Santos, G.; <i>et al.</i>	2022	Not specified	Severity of witches' broom in cupuaçu	Evaluation of disease severity under field conditions.
Oliveira, J. M.; Freitas, L. C.; <i>et al.</i>	2025	Brazil	First report of the disease in Brazil	Record of the disease's emergence in Brazilian territory.
Page, M. J.; Mckenzie, J. E.; <i>et al.</i>	2021	International	PRISMA 2020 guidelines	Update of guidelines for systematic literature reviews.
Pardo, J. M.; Chittarath, K.; <i>et al.</i>	2023	Southeast Asia	Review on CWBD	Distribution, symptoms, and impacts of the disease in the region.
Otekurin, O.	2024	Global	Production and trade of cassava	Bibliometric analysis and global overview of cassava production.
Xiao, L.; Cheng, D.; <i>et al.</i>	2024	Global	Genetic improvement of cassava	Strategies for improvement, from conventional to genomic.
Otálora, A.; Villegas, V.; <i>et al.</i>	2023	Global	Economic and nutritional aspects of cassava	Comprehensive review of the economic and nutritional importance of the crop.
Kongor, J.; Owusu, M.; <i>et al.</i>	2024	Global	Cocoa production	Challenges and solutions in cocoa production in the current context.
Santos, A.; Mora-ocampo, I.; <i>et al.</i>	2023	Global	Molecular biology of the cocoa-witches' broom interaction	Systematic review of molecular mechanisms of the disease in cocoa.
Nguyen, M.; Hoang, L.; <i>et al.</i>	2024	Vietnam	Selection of promising cassava varieties	Tests of varieties adapted to local conditions.
Zhou, Y.; Yang, Z.; <i>et al.</i>	2023	Global	Crop rotation and soil microbiome	Strategies to reduce root diseases and improve soil resistance.
Loizou, E.; Spinthiropoulos, K.; <i>et al.</i>	2025	Greece	Climate resilience and food security	Agricultural biodiversity as a tool for climate adaptation.
Andrés-meza, P.; Aguilar-rivera, N.; <i>et al.</i>	2024	Global	Cultivation and agro-industrial use of cassava	Potential of cassava co-products for industrial and environmental use.
Bispo, L. G. S.; Pires, M. De M.; <i>et al.</i>	2025	Brazil	Cocoa production	Global and local perspective on cocoa production in Bahia.
Gil-ordóñez, A.; Pardo, J.; <i>et al.</i>	2024	Southeast Asia	Genome and tissue localisation of the pathogen Ceratobasidium	Identification of the pathogen and molecular characterisation.
Guedes, L.; De Oliveira, D.; <i>et al.</i>	2024	Not specified	Physiological impact of the disease on Xylopia aromatica	Analysis of the physiology and structure of the affected plant.

Continua...

Hahn, F. A.; Chelala, C. M.; <i>et al.</i>	2025	Brazil	Cassava cultivation, food security, and sustainable development	Evaluation of the cultural and socioeconomic impact of local cassava.
Pardo, J. M. <i>et al.</i>	2024	Americas	First report of CWBD in the Americas	Confirmation of the presence of the pathogen <i>Ceratobasidium theobromae</i> on the continent.
Ngongo, Y.; Basuki, T.; <i>et al.</i>	2022	Indonesia	Role of cassava in semi-arid agriculture	Importance of cassava in food security in marginal regions.

History of the occurrence of cassava witches' broom in the world and in Brazil

Cassava witches' broom, caused by *Rhizoctonia theobromae*, is considered an emerging disease with potentially high impact on cassava cultivation. Although recently reported in Brazil, the disease had already been documented in different tropical regions. The first recorded cases occurred in Southeast Asia, where productivity reductions of around 50% or more were observed in cassava roots affected by CWBD (PARDO *et al.*, 2023), along with rapid spread in growing areas, which drew the attention of researchers regarding the pathogen and symptom characterization (BASTOS *et al.*, 2023).

Later, the disease was reported in other tropical regions of Africa and Latin America, reinforcing its status as a threat to global cassava production. In some African countries, for example, severe productivity losses of up to 90% were recorded in affected crops in smallholder farming systems, impacting food security and the socioeconomic stability of producing communities (LANDICHO *et al.*, 2024). This expansion has been associated with factors such as humid climatic conditions, high planting density, and lack of adequate management practices that favor the spread of the pathogen (HENZ, 2024). In addition, gaps in trade and quarantine control policies-especially in the inspection of imports or seed-exchange protocols-may have facilitated its transcontinental dissemination (EMBRAPA, 2024). Strengthening these protocols is essential to prevent the disease from spreading to new regions.

In Brazil, the presence of witches' broom was confirmed for the first time in 2024 in Indigenous areas of the municipality of Oiapoque, in the state of Amapá (EMBRAPA, 2024). The observed symptoms included shortened internodes, branch deformation and dieback, as well as the emission of thin and weakened shoots, resulting in stunted plants with low productive potential.

Histórico da ocorrência da vassoura-de-bruxa da mandioca no mundo e no Brasil

A vassoura-de-bruxa da mandioca, causada por *Rhizoctonia theobromae*, é considerada uma enfermidade emergente e de impacto potencialmente elevado para a cultura da mandioca. Embora recentemente relatada no Brasil, a doença já havia sido registrada em diferentes regiões tropicais. Os primeiros casos documentados ocorreram no Sudeste Asiático, sendo observadas reduções de produtividade de cerca de 50% ou mais nas raízes da mandioca afetadas por CWBD (PARDO *et al.*, 2023), além de uma rápida disseminação em áreas de cultivo, o que despertou o interesse de pesquisadores pela caracterização do patógeno e dos sintomas (BASTOS *et al.*, 2023).

Posteriormente, a enfermidade foi relatada em outras regiões tropicais da África e da América Latina, reforçando seu caráter de ameaça à produção global de mandioca. Em alguns países africanos, por exemplo, foram registrados impactos severos na produtividade, chegando a até 90% em cultivos afetados em sistemas agrícolas familiares, comprometendo a segurança alimentar e a estabilidade socioeconômica das comunidades produtoras (LANDICHO *et al.*, 2024). Essa expansão está associada a fatores como condições climáticas úmidas, alta densidade de cultivo e ausência de práticas adequadas de manejo, que favoreceram a disseminação do patógeno (HENZ, 2024). Além disso, as lacunas nas políticas de controle de comércio e quarentena, especialmente na inspeção de importações ou protocolos de troca de sementes, podem ter facilitado sua disseminação transcontinental (EMBRAPA, 2024). O fortalecimento desses protocolos é essencial para prevenir a propagação da doença em novas regiões.

No Brasil, a presença da vassoura-de-bruxa foi confirmada pela primeira vez em 2024, em áreas indígenas do município de Oiapoque, no estado do Amapá (EMBRAPA, 2024). Os sintomas observados incluíram encurtamento de entrenós, deformação e seca de ramos, além da emissão de brotações finas e enfraquecidas, resultando em plantas atrofiadas e com baixo potencial produtivo.

This pioneering record led the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA) to adopt emergency measures and, in 2025, to declare a phytosanitary emergency in the states of Amapá and Pará, with the creation of the National Program for the Prevention and Control of Cassava Witches' Broom (BRAZIL, 2025).

The impacts of the disease are multidimensional, encompassing economic, social, and environmental aspects. Economically, it reduces productivity, affecting farmers' income and the cassava market, a commodity of great value. Socially, it threatens food security, increases poverty, and generates peripheral unemployment (HENZ, 2024). Environmentally, there is a risk of losing the genetic diversity of traditional varieties and causing environmental contamination due to excessive fungicide use (EMBRAPA, 2024; KONGOR *et al.*, 2024; LANDICHO *et al.*, 2024).

According to the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA), currently, 1,180 inspections have been carried out on rural properties, 35 of which resulted in sample collection for laboratory analysis. Among the analyses and field observations, 49 outbreaks of cassava witches' broom have been confirmed, distributed across different municipalities, as illustrated in the map of investigation sites and sampling results (Figure 2).

Esse registro pioneiro levou o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) a adotar medidas emergenciais e, em 2025, a declarar estado de emergência fitossanitária nos estados do Amapá e do Pará, com a criação do Programa Nacional de Prevenção e Controle da Vassoura-de-Bruxa da Mandioca (BRASIL, 2025).

Os impactos da doença são multidimensionais, abrangendo aspectos econômicos, sociais e ambientais. Economicamente, ela reduz a produtividade, impactando a renda dos agricultores e o mercado de mandioca, uma *commodity* de grande valor. Socialmente, ameaça à segurança alimentar, aumenta a pobreza e gera desemprego periférico (HENZ, 2024). Ambientalmente, há risco de perda de diversidade genética das variedades tradicionais e contaminação ambiental devido ao uso excessivo de fungicidas (EMBRAPA, 2024; KONGOR *et al.*, 2024; LANDICHO *et al.*, 2024).

De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), até o presente momento, foram realizadas 1.180 inspeções em propriedades rurais, das quais 35 resultaram na coleta de amostras para exames laboratoriais. Dentre as análises e observações de campo, foram confirmados 49 focos da vassoura-de-bruxa da mandioca, distribuídos em diferentes municípios, conforme ilustrado no mapa de localização das investigações e dos resultados das coletas (Figura 2).

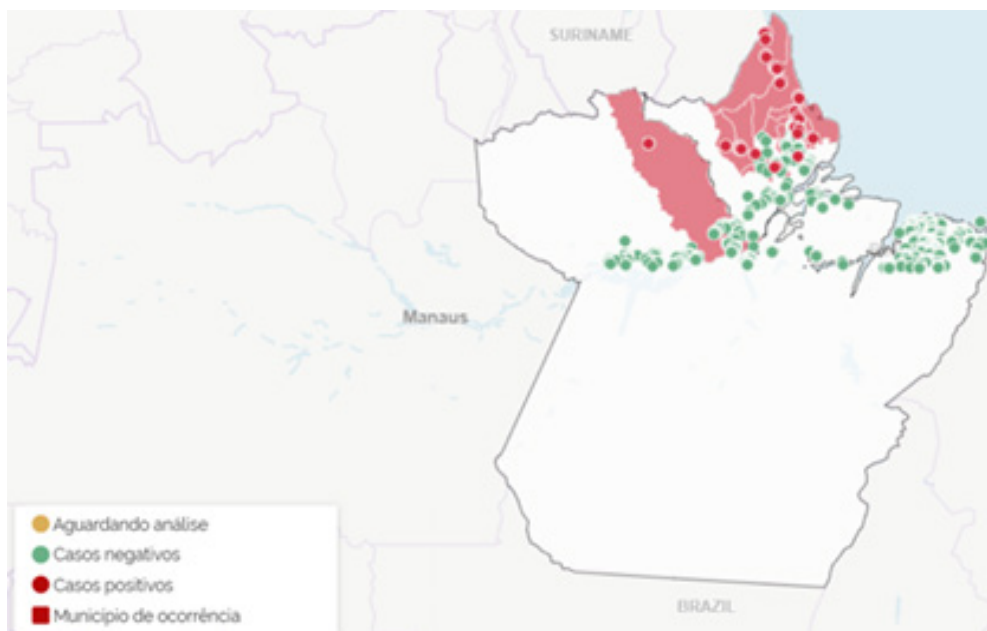


Figure 2 - Location of investigations and results of sample collections.

Figura 2 - Localização das investigações e resultados das coletas de amostras.

Source: [Ministry of Agriculture and Livestock \(MAPA, 2025\)](#).

In this context, the losses resulting from the disease can affect the stability of production and the viability of agricultural systems that depend on this crop, in addition to representing a risk of spreading to other producing states if preventive measures and management strategies are not implemented effectively (BASTOS *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024).

Thus, understanding the historical trajectory of cassava witches' broom, from its first records abroad to its recent introduction in Brazil, is essential to guide research, management practices, and public policies that ensure containment of the disease and protection of the cassava production chain (PARDO *et al.*, 2024; HAHN *et al.*, 2025).

Symptoms and Diagnosis of the Disease

Cassava witches' broom, caused by the fungus *Rhizoctonia theobromae*, is an emerging disease recently identified in Brazil, with initial reports in indigenous areas of Oiapoque, Amapá (OLIVEIRA *et al.*, 2025). The symptoms compromise plant development and include: leaf yellowing; excessive branching and shortening of internodes; vascular necrosis; premature senescence; and regressive death in advanced stages.

The disease affects leaves, stems, and roots, causing tissue darkening and deformities, resulting in reduced productivity and root quality. It is observed that disease severity tends to increase over cultivation cycles, representing a significant risk to production and food security (LANDICHO *et al.*, 2024). Diagnosis is based on symptom observation combined with analysis of affected tissues and can be confirmed through laboratory methods that identify the causal agent.

The fungus has a life cycle that includes prolonged survival in crop residues and soil through the formation of sclerotia, which makes disease control difficult (SANTOS *et al.*, 2023). Initially recorded on the Island of Wallis and Futuna, *R. theobromae* spread throughout Southeast Asia and reached South America, expanding in Brazilian territory with the potential to spread to other producing regions if effective management measures are not adopted (EMBRAPA, 2024).

Nesse contexto, os prejuízos decorrentes da enfermidade podem afetar a estabilidade da produção e a viabilidade dos sistemas agrícolas que dependem dessa cultura, além de representar risco de expansão para outros estados produtores, caso medidas preventivas e estratégias de manejo não sejam aplicadas de forma eficaz (BASTOS *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024).

Dessa forma, compreender a trajetória histórica da vassoura-de-bruxa, desde seus primeiros registros no exterior até sua recente introdução no Brasil, é essencial para orientar pesquisas, práticas de manejo e políticas públicas que assegurem a contenção da doença e a proteção da cadeia produtiva da mandioca (PARDO *et al.*, 2024; HAHN *et al.*, 2025).

Sintomas e diagnóstico da doença

A vassoura-de-bruxa da mandioca, causada pelo fungo *Rhizoctonia theobromae*, é uma doença emergente recentemente identificada no Brasil, com registros iniciais em áreas indígenas do Oiapoque, Amapá (OLIVEIRA *et al.*, 2025). Os sintomas comprometem o desenvolvimento da planta e incluem: Amarelecimento foliar; Superbrotamento e encurtamento dos entrenós; Necrose vascular; Senescência prematura e morte regressiva em estágios avançados.

As manifestações da doença afetam folhas, caules e raízes, provocando escurecimento dos tecidos e deformações, resultando em redução da produtividade e da qualidade das raízes. Observa-se que a gravidade da doença tende a aumentar ao longo dos ciclos de cultivo, representando um risco significativo à produção e à segurança alimentar (LANDICHO *et al.*, 2024). O diagnóstico baseia-se na observação dos sintomas associados à análise de tecidos afetados e pode ser confirmado por métodos laboratoriais que identificam o agente causal.

O fungo apresenta um ciclo de vida que inclui sobrevivência prolongada em restos culturais e no solo por meio da formação de escleródios, o que dificulta o controle da doença (SANTOS *et al.*, 2023). Inicialmente registrado na Ilha de Wallis e Futuna, *R. theobromae* disseminou-se pelo Sudeste Asiático e chegou à América do Sul, com expansão no território brasileiro e potencial para se espalhar para outras regiões produtoras caso não sejam adotadas medidas de manejo eficazes (EMBRAPA, 2024).

In Figure 3, the map shows the distribution of the fungus *Rhizoctonia theobromae* in Brazil, with different alert levels: Amapá (red) is the state with confirmed occurrence of the pathogen; Pará (orange) is considered an area at imminent risk of dispersion; Maranhão and Tocantins (yellow) represent zones of potential parasite expansion; and other states significant in cassava production (blue) complete the scenario (EMBRAPA, 2024).

Na Figura 3, é apresentado o mapa da distribuição do fungo *Rhizoctonia theobromae*, no Brasil, com diferentes níveis de alerta: o Amapá (vermelho) é o estado com ocorrência comprovada do patógeno; o Pará (laranja) é considerado uma área de risco iminente de dispersão; o Maranhão e Tocantins (amarelo) configuram zonas de potencial expansão do parasita; e outros estados significativos na produção de mandioca (azul) completam o cenário (EMBRAPA, 2024).



Figure 3 - Classification of risk areas for occurrence and dispersion potential of the fungus *Rhizoctonia theobromae* in cassava-producing states in Brazil.

Figura 3 - Classificação das áreas de risco de ocorrência e potencial de dispersão do fungo *Rhizoctonia theobromae* em estados produtores de mandioca no Brasil.

Source: [EMBRAPA](#).

The results obtained by Arinaitwe *et al.* (2023) highlight significant advances in the diagnosis and understanding of the biology of *Rhizoctonia theobromae*. The standardization of molecular detection techniques via PCR and experimental inoculation allows for controlled studies of the infection, while genomic sequencing of the pathogen provides valuable support for the development of management strategies and breeding programs aimed at cassava resistance to witches' broom disease.

Os resultados obtidos por Arinaitwe *et al.* (2023) evidenciam avanços significativos no diagnóstico e na compreensão da biologia de *Rhizoctonia theobromae*. A padronização de técnicas moleculares de detecção por PCR e de inoculação experimental permite o estudo controlado da infecção, enquanto o sequenciamento genômico do patógeno fornece subsídios relevantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo e programas de melhoramento genético visando à resistência da mandioca à vassoura-de-bruxa.

According to MAPA, the number of disease cases has been steadily increasing, as shown in the epidemiological survey by sampled municipalities (Figure 4) and by investigated areas (Figure 5).

De acordo com o MAPA, o número de casos da doença vem apresentando crescimento constante, conforme demonstrado no levantamento epidemiológico representado nos quadros abaixo por municípios amostrados (Figura 4) e por área investigadas (Figura 5).

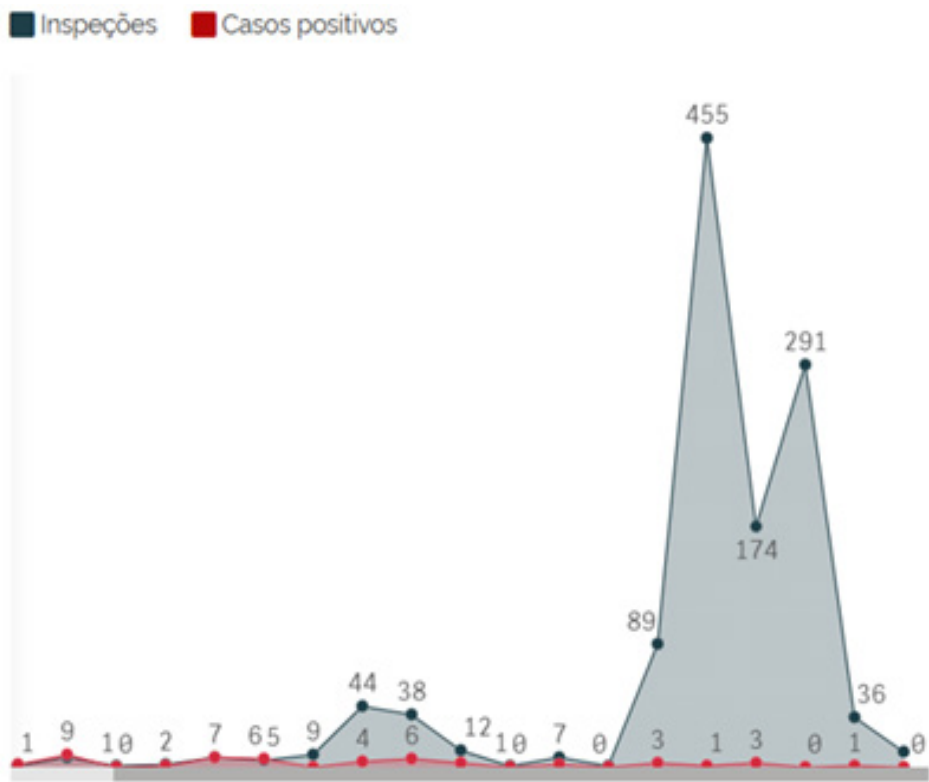


Figure 4 - Epidemiological survey of the affected municipalities.
Figura 4 - Levantamento epidemiológico dos Municípios afetados.
Source: [Ministry of Agriculture and Livestock \(MAPA, 2025\)](#).



Figure 5 - Epidemiological survey of the investigated areas (3,266 hectares) and areas with positive results (30 hectares).
Figura 5 - Levantamento epidemiológico das áreas investigadas (3.266 hectares) e áreas com resultados positivos (30 hectares).
Source: [Ministry of Agriculture and Livestock \(MAPA, 2025\)](#).

According to Figure 4, the first positive case of the disease in Brazil was recorded in March 2023, reaching its peak in July of the same year, with nine confirmed cases.

The information by municipality shows that Oiapoque - AP had the highest number of positive cases (Figure 6).

Conforme a Figura 4, o primeiro caso positivo da doença no Brasil foi registrado em março de 2023, atingindo o pico em julho do mesmo ano, com nove casos confirmados.

Nas informações por município, o Oiapoque - AP apresentou o maior número de casos positivos (Figura 6).

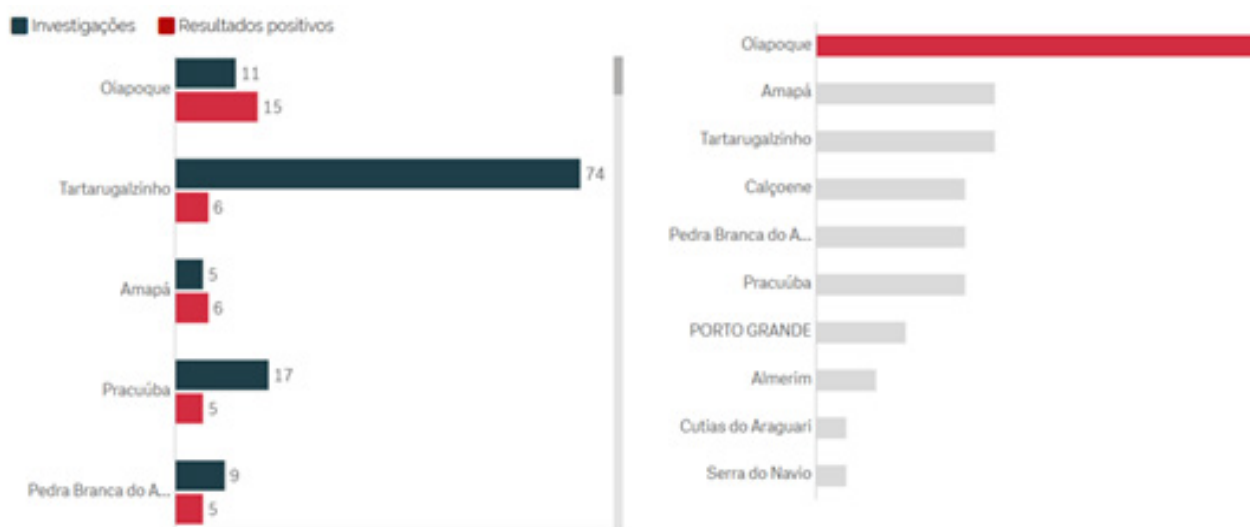


Figure 6 - Investigation results and positive results by municipality in the state of Amapá.

Figura 6 - Resultados das investigações e resultados positivos por município no estado do Amapá.

Source: [Ministry of Agriculture and Livestock \(MAPA, 2025\)](#).

Management Strategies

There are still no validated curative methods for cassava witches' broom disease, which makes controlling the disease after symptom manifestation unfeasible. In this context, disease management focuses on preventive measures, which include using pathogen-free planting material, selecting healthy seedlings, eliminating infected plants, and adopting cultural practices that minimize the spread of the causal agent (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024). These strategies aim primarily to restrict the introduction and propagation of the disease in production systems, since, to date, there are no chemical or biological alternatives capable of reversing or eradicating established infections (LANDICHO *et al.*, 2024).

Estratégias de manejo

Ainda não há definição de métodos curativos validados para a vassoura-de-bruxa da mandioca, o que inviabiliza o controle da enfermidade após a manifestação dos sintomas. Nesse contexto, o manejo da doença concentra-se em medidas preventivas, as quais incluem a utilização de material propagativo livre de patógenos, com a seleção de mudas saudáveis, a eliminação de plantas infectadas e a adoção de práticas culturais que minimizem a disseminação do agente causal (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024). Tais estratégias têm como finalidade principal restringir a introdução e a propagação da doença nos sistemas de produção, uma vez que não há, até o momento, alternativas químicas ou biológicas capazes de reverter ou erradicar a infecção estabelecida (LANDICHO *et al.*, 2024).

Moreover, the development and adoption of resistant genotypes have been identified as the most promising long-term measure. Breeding programs have sought to identify materials with greater disease tolerance. Research aimed at developing resistant or tolerant varieties is highlighted as a crucial strategy, although it is still in the developmental stage (PARDO *et al.*, 2023).

Biological control emerges as a promising alternative within preventive strategies, although it is still in the consolidation phase. Studies highlight the potential of species from the genus *Trichoderma* as natural antagonistic agents, capable of inhibiting the growth of *Rhizoctonia theobromae* and inducing defense responses in the plant (MATA *et al.*, 2022). Despite positive results under experimental conditions, the practical application of this method still requires field validation and integration with other management measures. Thus, the current focus remains on integrated management, combining cultural practices, the use of healthy planting material, and the development of more tolerant genotypes to mitigate the disease's impact and promote production sustainability.

Impacts on Productivity and Sustainability

Cassava witches' broom is one of the most severe diseases affecting cassava, directly impacting productivity and the socioeconomic sustainability of the production chain. In Brazil, the disease has been particularly devastating in subsistence farming regions, where access to management technologies is limited (HAHN *et al.*, 2025). Under these conditions, reduced productivity threatens not only the livelihood of producing families but also the income from selling surplus produce, reinforcing cycles of socioeconomic vulnerability (HENZ, 2024).

From an environmental perspective, the incidence of witches' broom pressures farmers to seek new cultivation areas as an alternative to the loss of productivity in affected regions. This practice can contribute to deforestation and the degradation of natural ecosystems, extending the disease's impact beyond agricultural production (GUEDES *et al.*, 2024). Additionally, the indiscriminate use of fungicides as a chemical control can pose risks to human health and the environment, underscoring the need for more sustainable management strategies (LEIVA *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024).

Além disso, o desenvolvimento e adoção de genótipos resistentes têm sido apontados como a medida mais promissora a longo prazo. Programas de melhoramento genético têm buscado identificar materiais com maior tolerância à doença. A pesquisa para desenvolver variedades resistentes ou tolerantes, é destacada como uma estratégia crucial, embora ainda em estágio de desenvolvimento (PARDO *et al.*, 2023).

O controle biológico surge como alternativa promissora dentro das estratégias preventivas, embora em fase de consolidação. Estudos destacam o potencial de espécies do gênero *Trichoderma* como agentes antagonistas naturais, capazes de inibir o crescimento de *Rhizoctonia theobromae* e induzir respostas de defesa na planta (MATA *et al.*, 2022). Apesar dos resultados positivos em condições experimentais, a aplicação prática desse método ainda requer validações em campo e integração com outras medidas de manejo. Assim, o enfoque atual permanece no manejo integrado, combinando práticas culturais, uso de material propagativo sadio e desenvolvimento de genótipos mais tolerantes, de modo a mitigar os impactos da doença e promover a sustentabilidade da produção.

Impactos na produtividade e sustentabilidade

A vassoura-de-bruxa é uma das doenças mais severas da mandioca, afetando diretamente a produtividade e a sustentabilidade socioeconômica da cadeia produtiva. No Brasil, a doença tem se mostrado particularmente preocupante em regiões de cultivo de subsistência, onde o acesso a tecnologias de manejo é limitado (HAHN *et al.*, 2025). Nessas condições, a queda na produtividade compromete não apenas o sustento das famílias produtoras, mas também a renda proveniente da comercialização do excedente, reforçando ciclos de vulnerabilidade socioeconômica (HENZ, 2024).

Do ponto de vista ambiental, a incidência da vassoura-de-bruxa pressiona agricultores a buscarem novas áreas de cultivo como alternativa à perda de produtividade em áreas afetadas. Essa prática pode contribuir para o desmatamento e a degradação de ecossistemas naturais, ampliando os impactos da doença para além da produção agrícola (GUEDES *et al.*, 2024). Além disso, o uso indiscriminado de fungicidas em tentativas de controle químico pode gerar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, reforçando a necessidade de estratégias de manejo mais sustentáveis (LEIVA *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024).

Regarding the sustainability of the cassava supply chain, the disease compromises the crop's competitiveness by reducing the availability of raw material for flour, starch, and derivative production, impacting agro-industries and associated value chains. Production instability may also affect the supply to local and regional markets, weakening cassava's position as a strategic crop for food sovereignty and energy diversification (NGONGO *et al.*, 2022; HENZ, 2024).

Thus, the impacts of witches' broom extend beyond productivity, affecting social, economic, and environmental spheres. Mitigating these effects depends on intensifying research focused on genetic resistance, developing integrated management practices adapted to local conditions, and adopting public policies that strengthen technical assistance and technology transfer to family farmers (HAHN *et al.*, 2025).

DISCUSSION

Literature Review and Epidemiological Surveys
The literature review and epidemiological surveys show that cassava witches' broom disease (CWBD) caused by *Rhizoctonia theobromae* is an emerging disease with a significant impact on the crop (EMBRAPA, 2024; OLIVEIRA *et al.*, 2025). Its rapid spread across various tropical regions, as reported in Southeast Asia and Africa, presents serious challenges in Brazil, where humid climate conditions and high planting density favor pathogen establishment (PARDO *et al.*, 2023; LANDICHO *et al.*, 2024).

National data reported by MAPA confirms the increasing presence of the disease in municipalities in Amapá and Pará, highlighting the severity of the threat to food security and the socioeconomic sustainability of rural communities dependent on cassava (BRASIL, 2025). This situation echoes the experience of Asian countries, where the disease has already caused losses exceeding 50% of productivity, reinforcing the need for preventive strategies adapted to the Brazilian context (DOLORES *et al.*, 2023; LANDICHO *et al.*, 2024).

No âmbito da sustentabilidade da cadeia da mandioca, a doença compromete a competitividade da cultura, uma vez que reduz a oferta de matéria-prima para a produção de farinha, fécula e derivados, impactando agroindústrias e cadeias de valor associadas. A instabilidade na produção pode ainda afetar o abastecimento de mercados locais e regionais, fragilizando a posição da mandioca como cultura estratégica para a soberania alimentar e a diversificação da matriz energética (NGONGO *et al.*, 2022; HENZ, 2024).

Assim, os impactos da vassoura-de-bruxa vão além da dimensão produtiva, alcançando esferas sociais, econômicas e ambientais. A mitigação desses efeitos depende da intensificação de pesquisas voltadas para a resistência genética, do desenvolvimento de práticas de manejo integrado adaptadas às condições locais e da adoção de políticas públicas que fortaleçam a assistência técnica e a transferência de tecnologias aos agricultores familiares (HAHN *et al.*, 2025).

DISCUSSÃO

A revisão bibliográfica e os levantamentos epidemiológicos evidenciam que a vassoura-de-bruxa da mandioca (*Rhizoctonia theobromae*) constitui uma enfermidade emergente de grande impacto para a cultura (EMBRAPA, 2024; OLIVEIRA *et al.*, 2025). Sua rápida disseminação em diferentes regiões tropicais, como relatado no Sudeste Asiático e na África, apresenta paralelos preocupantes no Brasil, onde as condições de clima úmido e alta densidade de cultivo favorecem o estabelecimento do patógeno (PARDO *et al.*, 2023; LANDICHO *et al.*, 2024).

Os dados nacionais, reportados pelo MAPA, confirmam a presença crescente da doença em municípios do Amapá e do Pará, destacando a gravidade da ameaça para a segurança alimentar e para a sustentabilidade socioeconômica de comunidades rurais dependentes da mandioca (BRASIL, 2025). Essa situação remete à experiência de países asiáticos, onde a enfermidade já resultou em perdas superiores a 50% da produtividade, reforçando a necessidade de estratégias preventivas adaptadas ao contexto brasileiro (DOLORES *et al.*, 2023; LANDICHO *et al.*, 2024;).

CWBD represents a significant threat to cassava plantations, deeply affecting agricultural production (PARDO *et al.*, 2023). The study highlights that CWBD remains widely spread in the Philippines, as well as in other Southeast Asian countries such as Vietnam, Cambodia, and Laos. The disease reduces harvest yields and causes economic losses, complicating control due to the diversity of pathogens involved, including phytoplasmas and fungi such as *Ceratobasidium* sp..

The experience of Asian countries with CWBD is relevant to Brazil because it underscores the importance of early implementation of effective control strategies to prevent similar spread. Lessons learned from these regions include the need for active surveillance and international collaboration in research and the development of management practices to prevent the disease.

In this context, the analysis of management strategies adopted in Southeast Asian countries shows that Brazil still has significant gaps in addressing cassava witches' broom disease, due to the absence of active phytosanitary surveillance, early diagnosis, and propagation material certification programs, which favors the silent spread of the disease and the circulation of infected cuttings (PARDO *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024; BRASIL, 2025; OLIVEIRA *et al.*, 2025).

Moreover, the lack of studies on local vectors compromises the development of integrated management strategies adapted to the national context, which is still characterized by fragmented actions and low coordination between research institutions and plant protection agencies (LANDICHO *et al.*, 2024).

In this scenario, investment in laboratory infrastructure, technical training, international cooperation, and extension programs aimed at raising producer awareness is essential to implement integrated strategies capable of reducing CWBD expansion and mitigating its impact on cassava production in Brazil (DOLORES *et al.*, 2023).

A doença denominada CWBD representa uma ameaça significativa às plantações de mandioca, impactando profundamente a produção agrícola (PARDO *et al.*, 2023). O estudo destaca que a CWBD permanece amplamente disseminada nas Filipinas, além de outros países do Sudeste Asiático, como Vietnã, Camboja e Laos. Essa doença reduz o rendimento das colheitas e causa prejuízos econômicos, dificultando o controle devido à diversidade de patógenos, incluindo fitoplasmas e fungos como *Ceratobasidium* sp..

A experiência dos países asiáticos com a CWBD é relevante para o Brasil, pois destaca a importância de implementar precocemente estratégias eficazes de combate e controle, evitando uma propagação similar. Lições aprendidas dessas regiões incluem a necessidade de uma vigilância ativa e da colaboração internacional em pesquisa e desenvolvimento de práticas de manejo para conter a doença.

Nesse contexto, a análise das estratégias de manejo adotadas em países do Sudeste Asiático evidencia que o Brasil ainda apresenta lacunas significativas no enfrentamento da vassoura-de-bruxa da mandioca (CWBD), devido à ausência de vigilância fitossanitária ativa, diagnóstico precoce e programas de certificação de material propagativo, favorecendo a disseminação silenciosa da doença e a circulação de mudas infectadas (PARDO *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024; BRASIL, 2025; OLIVEIRA *et al.*, 2025;).

Além disso, a escassez de estudos sobre vetores locais compromete o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado adaptadas ao contexto nacional, que ainda se caracteriza por ações fragmentadas e baixa coordenação entre instituições de pesquisa e órgãos de defesa vegetal (LANDICHO *et al.*, 2024).

Nesse cenário, torna-se essencial investir em infraestrutura laboratorial, capacitação técnica, cooperação internacional e programas de extensão voltados à conscientização de produtores, a fim de implementar estratégias integradas capazes de conter a expansão da CWBD e mitigar seus impactos sobre a produção de mandioca no Brasil (DOLORES *et al.*, 2023).

Some cultural control practices include crop rotation, the use of resistant varieties (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024), and proper soil management to minimize conditions favorable to the fungus, including pH correction, balanced fertilization, efficient drainage, incorporation of organic matter, and reduction of soil compaction to strengthen plant resistance (ZHOU *et al.*, 2023). Chemical measures may include the use of specific fungicides, respecting recommended doses and intervals to effectively mitigate contamination risk (LANDICHO *et al.*, 2024). Finally, genetic control relies on the development and use of new cassava varieties resistant to the pathogen (NGUYEN *et al.*, 2024).

This approach offers not only immediate control but also long-term sustainability and will be discussed in more detail in the following sections. This situation highlights the need for continuous surveillance and effective control strategies to protect the sustainability of cassava cultivation in Brazil (OLIVEIRA *et al.*, 2025).

Another critical point is the lack of effective curative methods, which restricts management to preventive practices such as removing infected plants, using healthy propagation material, and cultural soil management (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024). In the long term, the development of resistant varieties and biological control, especially using antagonistic microorganisms such as *Trichoderma* spp., appear as promising alternatives (MATA *et al.*, 2022). However, applied research is still needed to consolidate these practices at a productive scale.

The analysis also shows that the disease's impacts go beyond agriculture, affecting social, economic, and environmental spheres. Reduced productivity threatens small farmers' incomes, drives the opening of new agricultural areas-intensifying deforestation-and encourages indiscriminate use of fungicides, posing risks to human health and the environment (LEIVA *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024; HENZ, 2024). Therefore, adopting integrated management strategies supported by multidisciplinary research and robust public policies is essential to mitigate damage and preserve the cassava production chain.

Algumas práticas de controle cultural incluem rotação de culturas, uso de variedades resistentes (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024) e manejo adequado do solo para minimizar as condições que favorecem o fungo, incluindo correção do pH, adubação equilibrada, drenagem eficiente, incorporação de matéria orgânica e redução da compactação, visando minimizar condições favoráveis ao patógeno e fortalecer a resistência das plantas (ZHOU *et al.*, 2023). Medidas químicas podem incluir o uso de fungicidas específicos, respeitando as doses e intervalos recomendados para mitigar eficazmente o risco de contaminação (LANDICHO *et al.*, 2024).

Finalmente, o controle genético se apoia no desenvolvimento e uso de novas variedades de mandioca que apresentem resistência ao patógeno (NGUYEN *et al.*, 2024). Esta abordagem promete não apenas controle imediato, mas também sustentação a longo prazo, e será abordada com mais detalhes nas próximas seções. Essa situação destaca a necessidade de vigilância contínua e estratégias eficazes de controle para proteger a sustentabilidade da cultura da mandioca no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2025).

Outro ponto crítico é a inexistência de métodos curativos eficazes, o que restringe o manejo à adoção de práticas preventivas, como a eliminação de plantas infectadas, uso de material propagativo saudável e manejo cultural do solo (BONFIM JUNIOR *et al.*, 2024). A longo prazo, o desenvolvimento de variedades resistentes e o controle biológico, em especial com o uso de microrganismos antagonistas como *Trichoderma* spp., despontam como alternativas promissoras (MATA *et al.*, 2022). No entanto, ainda são necessárias pesquisas aplicadas que consolidem tais práticas em escala produtiva.

A análise também mostra que os impactos da doença ultrapassam a dimensão agrícola, alcançando esferas sociais, econômicas e ambientais. A redução da produtividade ameaça a renda de pequenos agricultores, pressiona por abertura de novas áreas agrícolas - intensificando o desmatamento - e estimula o uso indiscriminado de fungicidas, com riscos à saúde e ao meio ambiente (LEIVA *et al.*, 2023; EMBRAPA, 2024; HENZ, 2024). Dessa forma, a adoção de estratégias de manejo integrado, apoiadas em pesquisas multidisciplinares e políticas públicas robustas, é essencial para mitigar os danos e preservar a cadeia produtiva da mandioca.

CONCLUSIONS

Cassava witches' broom disease (*Rhizoctonia theobromae*), known as CWBD, is an emerging disease with a severe impacts up 50% yield losses on cassava, with notable implications in Brazil and other tropical regions. The disease causes substantial yield losses, compromises food security, and threatens the socioeconomic sustainability of rural communities dependent on cassava. In Brazil, the initial detection of the disease in Amapá in 2024 and its predicted rapid expansion to other producing regions underscore the need for immediate implementation of prevention and management strategies;

CWBD diagnosis has shown advances, including molecular pathogen identification and standardized detection techniques, although gaps remain in understanding its etiology and developing effective curative methods. Therefore, disease management remains centered on preventive strategies, such as using healthy propagation material, removing infected plants, soil cultural practices, and developing resistant genotypes, complemented by promising biological control alternatives, particularly using antagonistic microorganisms like *Trichoderma* spp.;

The disease's impacts are multidimensional, encompassing economic, social, and environmental aspects. Reduced productivity threatens small farmers' incomes, food security, and pressures the opening of new agricultural areas, potentially increasing deforestation and environmental degradation. These factors highlight the need for robust public policies, active phytosanitary surveillance programs, and technical training for producers to implement integrated management strategies adapted to local conditions;

The experience of Asian and African countries demonstrates that early adoption of integrated measures and international cooperation are crucial to containing CWBD spread and mitigating its impacts. Therefore, controlling cassava witches' broom disease in Brazil depends on a combination of preventive strategies, integrated management, and support policies for family farming, ensuring the protection of the production chain, food security, and sustainable cassava cultivation in the country.

CONCLUSÕES

A vassoura-de-bruxa da mandioca (*Rhizoctonia theobromae*), conhecida como Cassava Witches' Broom Disease (CWBD), constitui uma enfermidade emergente de impacto severo, acima de 50% no rendimento da mandioca, com implicações significativas tanto no Brasil quanto em outras regiões tropicais. A doença provoca perdas produtivas expressivas, compromete a segurança alimentar e ameaça a sustentabilidade socioeconômica de comunidades rurais dependentes da mandioca. No Brasil, a detecção inicial da doença em 2024 no Amapá e sua rápida expansão prevista para outras regiões produtoras evidenciam a necessidade de implementação imediata de estratégias de prevenção e manejo;

O diagnóstico da CWBD tem apresentado avanços, incluindo a identificação molecular do patógeno e a padronização de técnicas de detecção, embora ainda persistam lacunas quanto à compreensão completa de sua etologia e ao desenvolvimento de métodos curativos eficazes. Dessa forma, o manejo da doença permanece centrado em estratégias preventivas, como o uso de material propagativo saudável, eliminação de plantas infectadas, manejo cultural do solo e desenvolvimento de genótipos resistentes, complementadas por alternativas promissoras de controle biológico, especialmente com o emprego de microrganismos antagonistas como *Trichoderma* spp.;

Os impactos da doença são multidimensionais, abrangendo aspectos econômicos, sociais e ambientais. A redução da produtividade compromete a renda de pequenos agricultores, ameaça à segurança alimentar e pressiona por abertura de novas áreas agrícolas, com potencial aumento do desmatamento e degradação ambiental. Esses fatores reforçam a necessidade de políticas públicas robustas, programas de vigilância fitossanitária ativa e capacitação técnica de produtores, de modo a implementar estratégias de manejo integrado adaptadas às condições locais;

A experiência de países asiáticos e africanos demonstra que a adoção precoce de medidas integradas e a cooperação internacional são fundamentais para conter a disseminação da CWBD e mitigar seus impactos. Portanto, a contenção da vassoura-de-bruxa da mandioca no Brasil depende da combinação de estratégias preventivas, manejo integrado e políticas de apoio à agricultura familiar, garantindo a proteção da cadeia produtiva, a segurança alimentar e a sustentabilidade da produção da cultura no país.

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ALVES, L.; FELIPE, F.; CARDOSO, C. Importância socioeconômica da mandioca e derivados. **Mandioca: do plantio à colheita**, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358446430_Importancia_socioeconomica_da_mandioca_e_derivados. Acesso em: 21 set. 2025.
- ANDRÉS-MEZA, P.; AGUILAR-RIVERA, N.; MENESES-MÁRQUEZ, I.; ROSARIO-ARELLANO, J.; BOLIO-LÓPEZ, G.; LEYVA-OVALLE, O. Cassava cultivation; current and potential use of agroindustrial co-products. **AIMS Environmental Science**, v. 11, p. 248-278, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3934/envirosci.2024012>
- ARINAITWE, W.; VONGPHACHANH, P.; CHITTARATH, K.; HANG, L. T.; OEURN, S.; MALIK, I.; NEWBY, J.; SOPHEARITH, S.; YOUABEE, L.; LEIVA, A.; PARDO, J.; CUELLAR, W. **A doença da vassoura-de-bruxa da mandioca está associada a um patógeno fúngico fastidioso no Sudeste Asiático**, 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10568/138757>. Acesso em: 28 set. 2025.
- BASTOS, C. N.; LIMA, J. D. S.; FERREIRA, F. A.; PEREIRA, L. F.; CASTRO, A. M. G.; OLIVEIRA, S. A. S. DE; MARINHO-PRADO, J. S. First report of witches' broom disease in cassava caused by *Ceratobasidium theobromae* in Brazil. **Plant Disease**, v. 107, n. 5, p. 1532-1533, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-22-1787-PDN>
- BISPO, L. G. S.; PIRES, M. M.; SILVA, F. D. S. e; GOMES, A. S. A produção de cacau na Bahia: da escala global à local. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, n. 1, e1616, 2025. DOI: <https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n1-81-2025>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Programa Nacional de Prevenção e Controle da Vassoura-de-Bruca da Mandioca (PVBm). Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/Vassoura%20de%20Bruca%20da%20mandioca>. Acesso em: 26 set. 2025.
- DOLORES, L. M.; LANGRES, J. A.; PINILI, M. S.; CAASI-LIT, M. T.; CORTAGA, C. Q.; RETUTA, Y. M.; DELA CUEVA, F. M. Incidence, distribution, and genetic diversity of 'Candidatus *Phytoplasma luffae*'-related strain (16SrVIII) associated with cassava witches' broom (CWB) disease in the Philippines. **Crop Protection**, v. 169, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106244>
- EMBRAPA. Embrapa identifica primeiro caso de vassoura-de-bruxa da mandioca no Brasil. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/91690274/embrapa-identifica-primeiro-caso-de-vassoura-de-bruxa-da-mandioca-no-brasil>. Acesso em: 26 set. 2025.
- GIL-ORDÓÑEZ, A.; PARDO, J.; SHEAT, S.; XAIYAVONG, K.; LEIVA, A.; ARINAITWE, W.; WINTER, S.; NEWBY, J.; CUELLAR, W. Isolation, genome analysis and tissue localization of *Ceratobasidium theobromae*, a new encounter pathogen of cassava in Southeast Asia. **Scientific Reports**, v. 14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69061-8>
- GUEDES, L.; OLIVEIRA, D.; LIMA, J.; AGUILERA, N.; MOREIRA, A. Structural and physiological implications of witches' broom infection in *Xylopia aromatica* (Annonaceae) trees. **Plant Pathology**, v. 74, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.14017>
- HAHN, F. A.; CHELALA, C. M.; JÚNIOR, N. J. A mandiocultura no estado do Amapá: ancestralidade, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável. **Cadernos Cajuína**, v. 10, n. 3, 2025. DOI: <https://doi.org/10.52641/cadcajv10i3.1131>
- HENZ, G. Impacto das doenças de plantas na segurança alimentar e nutricional global: tema estratégico para o Brasil. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31976/0104-038321v300001>
- BONFIM JUNIOR, M. F.; MARTINS PERUCH, L. A.; COLARICCIO, A.; ANDRADE, E. C. Controle das doenças da mandioca sob condições de cultivo no Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 3, p. 12-15 2024. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v37i3.1868>
- KONGOR, J.; OWUSU, M.; ODURO-YEBOAH, C. Cocoa production in the 2020s: challenges and solutions. **CABI Agricultura e Biociências**, v. 5, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43170-024-00310-6>
- LANDICHO, D. M.; MONTAÑEZ, R. J. M.; CAMAGNA, M.; NEANG, S.; BULASAG, A. S.; MAGDARAOG, P. M.; SATO, I.; TAKEMOTO, D.; MAEJIMA, K.; PINILI, M. S.; CHIBA, S.; et al. Status of cassava witches' broom disease in the Philippines and identification of potential pathogens by metagenomic analysis. **Biology**, v. 13, n. 7, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology13070522>

- LEIVA, A. M.; PARDO, J. M.; ARINAITWE, W.; NEWBY, J.; VONGPHACHANH, P.; CHITTARATH, K.; OEURN, S.; LE THI HANG, L.; GIL-ORDÓÑEZ, A.; RODRIGUEZ, R.; CUELLAR, W. J. *Ceratobasidium sp.* está associado à doença da vassoura-de-bruxa da mandioca, uma ameaça reemergente ao cultivo de mandioca no Sudeste Asiático. **Scientific Reports**, v. 13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49735-5>
- LOIZOU, E.; SPINTHIROPOULOS, K.; KALOGIANNIDIS, S.; CHATZITHEODORIDIS, F.; KALFAS, D.; TZILANTONIS, G. Enhancing Climate Resilience and Food Security in Greece Through Agricultural Biodiversity. **Land**, v. 14, n. 4, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/land14040838>
- MATA, R.; SANTOS, G.; PINHEIRO, E.; SANTOS, S. Severidade da vassoura-de-bruxa em Cupuaçuzeiro em condições de campo: Severity of witches' broom on Cupuaçu under field conditions. **Jornal Brasileiro de Desenvolvimento**, v. 8, n. 11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-222>
- NGONGO, Y.; BASUKI, T.; DEROSARI, B.; MAU, Y.; NOERWIJATI, K.; DASILVA, H.; SITORUS, A.; KOTTA, N.; UTOMO, W.; WISNUBROTO, E. The Roles of Cassava in Marginal Semi-Arid Farming in East Nusa Tenggara-Indonesia. **Sustainability**, v. 14, n. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/sul14095439>
- NGUYEN, M.; HOANG, L.; HOANG, K.; NGUYEN, D. Selection and testing of promising cassava varieties KM568, KM539, KM537 in Phu Yen province. **The Journal of Agriculture and Development**, v. 23, n. 1, p. 1-13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.52997/jad.1.01.2024>
- OLIVEIRA, S.; SHEAT, S.; MARGARIA, P.; LIMA, A.; SANTOS, J.; ROCHA, H.; SILVEIRA, H.; JESUS, C.; WINTER, S. *Rhizoctonia theobromae* associated with a severe witches' broom disease of cassava in Oiapoque, Amapá, Brazil. **bioRxiv**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1101/2025.02.14.638269>
- OTÁLORA, A.; VILLEGAS, V.; CHAMORRO, A.; PALENCIA, M.; COMBATT, E.; MENDOZA, J. 'Cassava, manioc or yuca' (*Manihot esculenta*): An overview about its crop, economic aspects and nutritional relevance. **Journal of Science with Technological Applications**, v. 16, p. 1-10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34294/j.jsta.24.16.95>
- OTEKUNRIN, O. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): a global scientific footprint-production, trade, and bibliometric insights. **Discover Agriculture**, v. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00121-3>
- PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T. C.; et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- PARDO, J. M.; GIL-ORDÓÑEZ, A.; LEIVA, A. M.; ENJELVIN, L.; CHOURROT, A.; KIME, S. C. K.; DEMADE-PELLORCE, L.; MARCHAND, M.; WILSON, V.; JEANDEL, C.; IOOS, R.; CUELLAR, W. J. (2024) First report of cassava witches' broom disease and *Ceratobasidium theobromae* in the Americas. **New Disease Reports**, v. 50, n. 2, e70002, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/ndr2.70002>
- PARDO, J. M.; CHITTARATH, K.; VONGPHACHANH, P.; HANG, L. T.; OEURN, S.; ARINAITWE, W.; RODRIGUEZ, R.; SOPHEARITH, S.; MALIK, A. I.; CUELLAR, W. J. Cassava witches' broom disease in Southeast Asia: a review of its distribution and associated symptoms. **Plants**, v. 12, v. 11, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12112217>
- SANTOS, A.; MORA-OCAMPO, I.; NOVAIS, D.; AGUIAR, E.; PIROVANI, C. State of the Art of the Molecular Biology of the Interaction between Cocoa and Witches' Broom Disease: A Systematic Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 6, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24065684>
- XIAO, L.; CHENG, D.; OU, W.; CHEN, X.; RABBI, I.; WANG, W.; LI, K.; YAN, H. Advancements and strategies of genetic improvement in cassava (*Manihot esculenta* Crantz): from conventional to genomic approaches. **Horticulture Research**, v. 12, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/hr/uhae341>
- ZHOU, Y.; YANG, Z.; LIU, J.; LI, X.; WANG, X.; DAI, C.; ZHANG, T.; CARRIÓN, V.; WEI, Z.; CAO, F.; DELGADO-BAQUERIZO, M.; LI, X. Crop rotation and native microbiome inoculation restore soil capacity to suppress a root disease. **Nature Communications**, n. 14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43926-4>