

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

**RUAN SOBREIRA DE QUEIROZ**

**PROGRESSO TEMPORAL DA CERCOSPORIOSE EM CLONES DE CAFÉ  
CANÉFORA**

**HUMAITÁ  
2022**

**RUAN SOBREIRA DE QUEIROZ**

**PROGRESSO TEMPORAL DA CERCOSPORIOSE EM CLONES DE CAFÉ  
CANÉFORA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal do Amazonas, como  
parte das exigências para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Moisés Santos de Souza

**HUMAITÁ  
2022**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Q3p Queiroz, Ruan Sobreira de  
Progresso temporal da cercosporiose em clones de café canéfora  
/ Ruan Sobreira de Queiroz.  
202237 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Moisés Santos de Souza  
Coorientador: Dalton Dias da Silva Júnior  
Coorientador: João Henrique Frota  
Cavalcanti  
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal  
do Amazonas.

1. Epidemiologia. 2. Amazônia. 3. Melhoramento. 4. Café.  
5. Clones. I. Souza, Moisés Santos de. II. Universidade  
Federal do Amazonas III. Título

**RUAN SOBREIRA DE QUEIROZ**

**PROGRESSO TEMPORAL DA CERCOSPORIOSE EM CLONES DE CAFÉ  
CANÉFORA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
à Universidade Federal do Amazonas, como  
parte das exigências para obtenção do título  
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Moisés Santos de  
Souza

APROVADO: 12 de setembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Moisés Santos de Souza  
Universidade Federal do Amazonas

---

Prof. Dr. Dalton Dias da Silva Júnior  
Universidade Federal do Amazonas



---

Prof. Dr. João Henrique Frota Cavalcanti  
Universidade Federal do Amazonas

*Dedico este trabalho aos meus pais, avós,  
irmãos e amigos que sempre acreditaram e  
me apoiaram a alcançar os meus objetivos.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por me proporcionar a vida e a perseverança de enfrentar novos desafios todos os dias.

Aos meus pais Francisco Pinto de Queiroz e Karina Pereira Sobreira por sempre acreditarem nos meus sonhos, pela força e segurança passada nessa etapa da minha vida.

Aos meus irmãos Rogevan Sobreira de Queiroz e Kamila Sobreira de Queiroz, por todo o carinho e motivação ao longo desses anos de estudos, amo vocês.

Aos meus avôs, que faleceram durante a realização do curso, Manoel Nunes Sobreira e Leôncio Ribeiro de Matos, por toda a inspiração e motivação durante minha vida, meu muito obrigado.

Às minhas avós Maria Amélia Pinto Gomes e Maria Nunes Sobreira, por toda ajuda e motivação para a conclusão do curso.

Ao professor e grande amigo Dr. Moisés Santos de Souza por aceitar a orientação e por todas as inúmeras sugestões sempre pertinentes para o desenvolvimento desse trabalho, meu muito obrigado. Agradeço por ter acreditado no meu potencial e por me inserir em seus grandes trabalhos. Obrigado por ter me ensinado a ser um profissional melhor, e principalmente por me tornar um ser humano melhor, muito obrigado.

Ao professor Dr. Marcelo Rodrigues dos Anjos (LIOP – UFAM) por ter me orientado durante a iniciação científica e projetos de extensão, o qual devo ensinamentos fundamentais. Agradeço por ter confiado no meu trabalho durante todos os anos que trabalhei ao seu lado. Sem dúvidas, me tornei um profissional melhor, devido tudo que fez por mim, meu muito obrigado.

Ao técnico e grande amigo José Cezar Frozzi, por todos os esclarecimentos e apoio concedido na utilização da estrutura do Laboratório de Fitossanidade, muito obrigado.

Ao professor e coordenador de curso Dr. Dalton Dias da Silva Júnior, por aceitar participar da banca e por todos os esforços para solucionar a demanda de disciplinas que me possibilitaram chegar até aqui, meu muito obrigado.

À CAPES e UFAM pela concessão de bolsa de pesquisa nos programas de iniciação científica (PIBIC) e extensão (PIBEX e PACE).

À Prefeitura Municipal de Pauini, através da Lei nº 195, de 13 de maio de 2009, pela concessão de bolsa de estudos, meu muito obrigado.

Aos meus amigos e colegas do curso de Agronomia: José Igor Silva Praça, Wirlande Miranda de Souza, Francisca Xavier Quintino Neta, Anderson Vieira Rodrigues, Elilson Gomes

de Brito Filho, Carlos Henrique Gima Relvas, Juliana Malta de Assis, Thalita Silva Martins e Emanuele Araújo Ferreira por todo o carinho, amizade e perseverança, muito obrigado.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa científica Fitossanidade Integrada e Bioma Amazônico (FIBAM): Rikelme Matheus dos Santos Relvas, Oseas de Almeida Lima, Ezequiel Soares da Silva e Esteffany Pereira da Silva, por toda a dedicação, perseverança e apoio durante a realização das coletas de dados deste trabalho.

Aos meus amigos de infância: Ivoney do Vale Ferreira, Renato do Vale Ferreira, Francisco do Vale Ferreira, Jesus Oliveira de Souza e Bruno Nunes Sobreira, pela amizade e companheirismo durante toda a minha vida, obrigado.

Ao meu grande amigo João Paulo Nascimento de Souza e seu irmão Ruan Keyderson Nascimento de Souza, por terem me recebido na sua casa em Humaitá, onde morei por 2 anos. Em especial ao amigo João, pelos inúmeros ensinamentos de como residir em Humaitá, muito obrigado.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1. Sintomatologia da doença cercosporiose .....	11
2.1.2. Etiologia .....	12
2.1.3. Produção de cercosporina.....	12
2.1.4. Epidemiologia .....	13
2.1.5. Manejo integrado da doença (MID) .....	14
2.2. Melhoramento genético de <i>C. canephora</i> na Amazônia .....	14
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. Geral .....	15
3.2. Específicos.....	15
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
4.1. Área de estudo .....	16
4.2. Caracterização do solo.....	17
4.3. Delineamento experimental.....	17
4.4. Descrição de clones .....	18
4.5. Coleta de dados .....	19
4.6. Dados climatológicos .....	21
4.7. Análise estatística .....	21
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
5.1. Curvas de progresso de incidência da cercosporiose e variáveis meteorológicas.....	21
5.2. Reação de clones de café canéfora a incidência da doença cercosporiose.....	24
5.3. Curvas de progresso de severidade da cercosporiose.....	25
5.4. Reação de clones de café canéfora a severidade da doença cercosporiose .....	28
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## RESUMO

A seleção de variedades clonais resistentes a doenças constitui-se como uma das principais alternativas para o manejo eficiente de doenças em lavouras cafeeiras. Desta forma, o presente estudo buscou avaliar as curvas de progresso temporal da doença cercosporiose em clones de café canéfora. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Mangabeira, da Universidade Federal do Amazonas, localizada em Humaitá - AM. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso, com quinze tratamentos, quatro repetições, sendo cada repetição composta de oito plantas, das quais as quatro centrais foram consideradas úteis. Os tratamentos constituem-se de quinze clones, sendo destes, cinco híbridos intervarietais, oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 x Robusta – 640, 1675 e 2258: BRS 1216, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220. Outros quatro clones da cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto: BRS 2299, BRS 57, BRS 125 e BRS 160. E seis clones provenientes de polinização aberta: BRS 2336, BRS 3137, BRS 3193, BRS 2357, Clone 09 e Clone 15. Realizou-se avaliações mensais do progresso temporal da incidência e severidade da cercosporiose. Avaliou-se os sintomas em oito folhas por planta, no terço médio, entre o 3º e 4º par de folhas, a partir do ápice dos ramos plagiotrópicos. O percentual de incidência foi determinado de acordo com o número de folhas contendo sintomas em relação ao número total de folhas amostradas. Para quantificar a severidade da cercosporiose utilizou-se escala diagramática, que varia de 1 a 6 níveis, com base na área da lesão. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio de teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observou-se interação significativa entre meses amostrais e clones, quando avaliada a incidência e severidade da cercosporiose (p-valor <0,05). Verificou-se os maiores percentuais de intensidade da doença durante os meses de agosto/2021 a dezembro/2022, principalmente em clones provenientes de polinização aberta e oriundos da cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto. Os resultados demonstram que as condições ambientais presentes na região Amazônica, apresentam-se intrinsecamente favoráveis ao desenvolvimento da doença. Portanto, o acompanhamento do progresso temporal da cercosporiose e a utilização de clones oriundos de matrizes Conilon e Robusta, constituem-se como alternativas promissoras para o aumento da sustentabilidade econômica, social e ambiental da cafeicultura na Amazônia.

## ABSTRACT

The selection of clonal varieties resistant to diseases is one of the main alternatives for the efficient management of diseases in coffee plantations. Thus, this study sought to evaluate the temporal progression curves of cercospora disease in clones of coffee canéfora. The experiment was conducted at the Fazenda Experimental Mangabeira, of the Federal University of Amazonas, located in Humaitá - AM. A randomized block design was used, with fifteen treatments, four repetitions, each repetition being composed of eight plants, of which the central four were considered useful. The treatments consisted of fifteen clones, five inter-varietal hybrids from the Conilon Encapa 03 x Robusta - 640, 1675 and 2258 matrices: BRS 1216, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 and BRS 3220. Another four clones of the multiclonal Conilon cultivar BRS Ouro Preto: BRS 2299, BRS 57, BRS 125 and BRS 160, and six open-pollinated clones: BRS 2336, BRS 3137, BRS 3193, BRS 2357, Clone 09 and Clone 15. The symptoms were evaluated in eight leaves per plant, in the middle third, between the 3rd and 4th pair of leaves, from the apex of the plagiotropic branches. The percentage of incidence was determined according to the number of leaves with symptoms in relation to the total number of leaves sampled. To quantify the severity of cercospora we used a diagrammatic scale, ranging from 1 to 6 levels, based on the area of the lesion. The results were submitted to variance analysis and the means were compared using the Scott-Knott test at 5% probability. Significant interaction was observed between sample months and clones, when evaluating the incidence and severity of cercospora (p-value <0.05). The highest percentages of disease intensity were observed during the months of August/2021 to December/2022, especially in clones from open pollination and from the multiclonal Conilon cultivar BRS Ouro Preto. The results show that the environmental conditions present in the Amazon region are intrinsically favorable for the development of the disease. Therefore, the monitoring of the temporal progress of cercospora and the use of clones from Conilon and Robusta matrices are promising alternatives to increase the economic, social, and environmental sustainability of coffee growing in the Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

No estado do Amazonas, predomina-se o cultivo de café canéfora (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), devido a sua alta rusticidade e maior adaptabilidade às condições de clima tropical, sendo os municípios de Apuí, Lábrea e Humaitá, os maiores produtores do estado (IDAM, 2022). Entretanto, a cafeicultura local, apresenta-se em três realidades distintas: i) relacionada ao aperfeiçoamento de práticas de manejo agroecológico, no sul do estado, ii) implementação de ensaios de seleção de variedades clonais, buscando a expressão do potencial genético em condições de cultivo, iii) abandono de pomares, o qual se deve em parte aos índices elevados de doenças em áreas de cultivo (DE MORAIS et al., 2021; BOTELHO et al., 2021).

Nesse contexto, programas de melhoramento genético de diferentes instituições públicas, têm desenvolvido trabalhos de seleção de cultivares clonais de café canéfora, adaptados às condições edafoclimáticas da Amazônia Ocidental (ESPINDULA et al., 2022). As pretensões institucionais buscam desenvolver cultivares com características agronômicas superiores, com destaque para uniformidade de maturação de frutos, qualidade de bebida, resistência a doenças e tolerância a problemas de fatores bióticos e abióticos. Aliado, sobretudo, ao desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores, adaptadas a diferentes ambientes e as necessidades de produtores, indústrias e consumidores (MORAES et al., 2020).

A seleção de cultivares resistentes a doenças, vem constituindo-se como estratégia efetiva para o manejo integrado de doenças em cafezais na Amazônia, possibilitando a redução do uso excessivo de agrotóxicos e riscos de contaminação do meio ambiente. Sobretudo, no ambiente amazônico, que representa um enorme desafio por diferir-se significativamente das demais regiões onde o cultivo de café foi inicialmente estabelecido. No que tange ao manejo de doenças, este desafio é ainda maior, devido às condições edafoclimáticas apresentarem-se na maior parte do ano, extremamente favoráveis à ocorrência, disseminação e sobrevivência de fitopatógenos (JÚNIOR; FERNANDES, 2015; ESPINDULA et al., 2022).

Segundo Queiroz et al. (2020), dentre as principais doenças que ocorrem em lavouras cafeeiras no Amazonas, destaca-se a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke), ocasionada principalmente devido a problemas de deficiência nutricional, estresse hídrico e temperaturas entre 25°C a 30°C. O agente causal da doença, o fungo (*C. coffeicola*), produz a toxina cercosporina, ativada na presença de luz e funciona como fator direto para alta agressividade do fitopatógeno, o que pode levar a perdas de produtividade de até 30%. Nesse sentido, o ambiente constitui-se como um dos principais responsáveis por influenciar a intensidade da doença (RAMOS et al., 2022b).

Dessa forma, do ponto de vista fitossanitário, torna-se necessário a realização de estudos epidemiológicos para entender as interações favoráveis ao progresso temporal da doença cercosporiose em lavouras cafeeiras, possibilitando obter informações que permitam estabelecer estratégias eficazes de manejo fitossanitário, adaptados às condições edafoclimáticas da região Amazônica. Devendo constituir-se como base de todo e qualquer programa de manejo integrado de doenças, sendo uma prática rotineira na cafeicultura moderna, independentemente do tamanho e região onde desenvolve-se o cultivo da espécie (VENTURA et al., 2017; QUEIROZ et al., 2020).

Portanto, considerando a incipiência de informações e a crescente necessidade de estudos sobre a etiologia, epidemiologia e manejo integrado da cercosporiose em cultivos de café canéfora na Amazônia, o presente trabalho propôs avaliar as curvas de progresso temporal da doença cercosporiose em clones de café canéfora, no município de Humaitá, localizado no Sul do estado do Amazonas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Sintomatologia da doença cercosporiose**

O cafeeiro pode ser infectado em qualquer uma das fases do seu desenvolvimento. O sintoma típico apresenta-se no surgimento nas folhas de lesões circulares com bordas irregulares dependendo do genótipo, de cor variando do pardo-claro passando ao marrom-claro até o marrom-escuro. O centro dessas lesões apresenta coloração clara-acinzentada, envolta por um anel de cor arroxeada. Nessa região central, notam-se pontuações escuras, que se constituem de estruturas de frutificação do fungo (JÚNIOR; FERNANDES, 2015). As lesões circulares têm o aspecto de um “olho de passarinho”, razão pela qual a doença também é conhecida por olho-de-pomba. As folhas infectadas caem, causando a desfolha das mudas e plantas no campo (VENTURA et al., 2017).

Nos últimos anos, um sintoma atípico da doença, popularmente conhecido como “Cercospora Negra”, tem sido relatado em alguns campos de produção. As características das lesões atípicas, apresentam-se como: lesões circulares e escuras, com tamanho superior às lesões convencionais. A princípio, acreditava-se que a sintomatologia era ocasionada por uma nova raça de *C. coffeicola*. Entretanto, o isolamento das lesões não foi conclusivo para afirmar esta hipótese. Atribui-se como causa do sintoma atípico, variações genéticas no patógeno ou alterações ambientais (MATIELLO et al., 2009)

Nos frutos, as lesões começam a surgir quando estes ainda são pequenos, aumentando o ataque durante o início do período de granação. Os frutos infectados apresentam manchas

necróticas, deprimidas, de coloração marrom escura. Normalmente, os frutos doentes amadurecem e caem prematuramente, tendo a casca aderida ao pergaminho, dificultando o despulpamento no processamento em pós-colheita, além de grãos chochos que afetam a qualidade da bebida. O aparecimento de sintomas, ocorre principalmente nas partes mais expostas à insolação, alongando-se no sentido das extremidades de frutos (VENTURA et al., 2017; RAMOS et al., 2022; GODOY et al., 1997).

### **2.1.2. Etiologia**

O agente causador da doença cercosporiose é o fungo *C. coffeicola*, da ordem Moniliales e família Dematiaceae, que produz conídios septados e agrupados nas lesões de ambas as faces da folha sendo facilmente disseminados para as outras folhas ou plantas vizinhas. O tubo germinativo do fungo penetra nas folhas através das aberturas naturais, principalmente na face superior das folhas ou diretamente pela cutícula. Nos frutos, quando ocorre a infecção, o fungo coloniza os tecidos e pode atingir as sementes (VENTURA et al., 2017) O fungo produz a toxina cercosporina, a qual é ativada na presença de luz e funciona como fator de agressividade do patógeno (RAMOS et al., 2022).

Esporodóquios escuros do fungo são formados no centro das lesões, onde os conidióforos septados e cilíndricos são agrupados em fascículos mais ou menos compactos. O fungo produz conídios hialinos, multisseptados, com 100-270 µm de comprimento por 3-4 µm de diâmetro, afinando-se para a extremidade distal (GODOY et al., 1997). As condições favoráveis para a esporulação são umidade relativa do ar alta e temperatura amena. A disseminação ocorre principalmente por vento, água e insetos. Após atingir o cafeeiro, na presença de umidade suficiente, os conídios germinam e o tubo germinativo penetra diretamente através da cutícula ou por aberturas naturais (VENTURA et al., 2017).

Condições de baixas temperaturas, alta umidade relativa do ar, encharcamento do solo, ventos frios e insolação intensa, além de deficiências nutricionais, predispõem mudas de cafeeiro ao aparecimento e maior intensidade da doença cercosporiose. Plantas que apresentam sinais de deficiências nutricionais, principalmente nitrogênio, são mais suscetíveis à ocorrência do fitopatógeno (JÚNIOR; FERNANDES, 2015).

### **2.1.3. Produção de cercosporina**

A toxina cercosporina é produzida por *Cercospora* spp., e alguns membros dos gêneros *Pseudocercospora* e *Colletotrichum*. O gênero *Cercospora* inclui numerosas espécies que causam doenças em muitas culturas. Um importante patógeno do gênero *Cercospora* é o *C. coffeicola*, o agente causal da doença cercosporiose em plantas de café, que pode levar a perdas

de produtividade de até 30%. Podendo infectar plantas em diferentes estágios de desenvolvimento, desde mudas até plantas adultas, bem como diferentes partes da planta, como folhas e frutos. A produção da toxina indutora de necrose cercosporina por *C. coffeicola* permite que o fungo obtenha os nutrientes necessários para o crescimento e esporulação no hospedeiro. Embora a toxina seja considerada um fator de virulência e tem sido associada com formação de lesões em folhas de café, a realização de estudos da quantificação de cercosporina de *C. coffeicola* ainda são escassos (RAMOS et al., 2022).

Nesse contexto, a cercosporina é ativada na presença de luz, isto é, em presença de luz a cercosporina torna-se excitada adquirindo capacidade de interagir e danificar macromoléculas. Normalmente, essa toxina é um fator de virulência, que aumenta significativamente a incidência e severidade da doença cercosporiose em cultivos de café. Alguns trabalhos relacionados à produção de cercosporina em isolados de *C. coffeicola* foram realizados utilizando escala de notas ou extração em hidróxido de potássio. Contudo, estudos com a quantificação dessa toxina utilizando cromatografia líquida de alta eficiência ainda são incipientes na literatura (RAMOS et al., 2022).

#### **2.1.4. Epidemiologia**

A doença cercosporiose desenvolve-se rapidamente quando exposta a temperaturas entre 25 e 30 °C, associada com alta umidade relativa do ar, podendo, no entanto, ter uma faixa de temperatura favorável que vai de 10 °C a 25 °C. A disseminação do fungo ocorre principalmente pelo vento e por respingos de água da chuva ou da irrigação por aspersão. A doença ocorre com alta intensidade em mudas formadas em substrato com desequilíbrio de nutrientes, principalmente em nitrogênio. Em plantas adultas com estresse hídrico e principalmente deficiências nutricionais, a doença pode ser muito severa. Lavouras situadas em solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e expostas a muita insolação, também podem apresentar grande intensidade da doença (VENTURA et al., 2017; QUEIROZ et al., 2020).

Entretanto, nos últimos anos foram constatadas mudanças no progresso da doença, devido às variações nas condições climáticas do ano agrícola em questão do solo e local de produção (QUEIROZ et al., 2020). Nesse contexto, a nutrição mineral de plantas apresenta-se como fator relevante no progresso da doença cercosporiose. Em cafeeiros com adubação inadequada em início de desenvolvimento e em período de produção, apresentaram maior incidência e severidade de cercosporiose em áreas de cultivo (JÚNIOR; FERNANDES, 2015; MARCOLAN et al., 2015; BARBOSA JUNIOR et al., 2019).

A sobrevivência do inóculo em folhas de cafeeiro, naturalmente infectadas por *C. coffeicola*, foi maior quando as folhas ficaram acima do solo, com a viabilidade dos conídios mantida após 260 dias em 33%, enquanto nas folhas mantidas à superfície do solo ou enterradas a 10 cm de profundidade, não houve sobrevivência (VENTURA et al., 2017).

### **2.1.5. Manejo integrado da doença (MID)**

Para o manejo integrado da doença, recomenda-se a escolha adequada do local para instalação do viveiro evitando-se locais de alta umidade e mal drenadas. A luminosidade no viveiro deve ser controlada, uma vez que, nas mudas expostas ao sol, a severidade é maior. A escolha do substrato para o enchimento das sacolas, a irrigação e o sombreamento devem seguir as recomendações técnicas para a formação das mudas. A fertilização equilibrada das plantas, com base na análise de solo e foliar é muito importante para a aplicação correta dos macros e micronutrientes necessários à planta (VENTURA et al., 2017; JÚNIOR; FERNANDES, 2015)

Tem-se observado que mudas de café conilon plantadas no campo, onde o desequilíbrio de nutrientes ocorre, principalmente de potássio, apresentam alta severidade da doença cercosporiose, inclusive com queda de folhas. Se houver necessidade, deve-se realizar a calagem, também sempre com base na análise química do solo. Em casos de alta severidade da doença, podem-se utilizar fungicidas, principalmente os cúpricos (VENTURA et al., 2017). Em campo, a pulverização pode ser feita preventivamente, no período de chuvas, com caldas fungicidas como a calda-viçosa. Pode-se adotar estratégia de misturas de fungicidas protetores e sistêmicos para combater concomitantemente a cercosporiose e a ferrugem (JÚNIOR; FERNANDES, 2015).

### **2.2. Melhoramento genético de *C. canephora* na Amazônia**

No mundo, o germoplasma de *C. canephora* encontra-se conservado em coleções *ex situ* em diferentes países, como: Costa do Marfim, Camarões, Uganda, Índia, Indonésia e Brasil. No Brasil, as principais coleções *ex situ* de café canéfora são mantidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e pela Embrapa Rondônia (ESPINDULA et al., 2022; DE MORAIS et al., 2021; ROCHA et al., 2015).

Nesse contexto, atualmente, existe apenas uma coleção ativa de germoplasma *ex situ* de (*C. canephora*) na Amazônia, localizada atualmente na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Rondônia, com a finalidade de conservar, caracterizar e utilizar em seu programa de melhoramento as principais espécies comerciais, suas variedades e outras espécies relacionadas para o desenvolvimento de novas variedades. O programa de melhoramento

genético de café conilon da Embrapa Rondônia, apresenta-se como pioneiro e referência no melhoramento da espécie na Amazônia, com trabalhos científicos direcionados principalmente para expressão das melhores características das variedades botânicas Conilon e Robusta (DE MORAIS et al., 2021).

A coleção Ativa de Germoplasma da Embrapa Rondônia está dividida em dois grandes grupos. O primeiro composto pelos acessos do tipo ‘Conilon’, oriundos de coletas em Rondônia e introduzidos a partir dos BAGs do Incaper, no Espírito Santo e do IAC, em São Paulo. No entanto, os ‘Conilons’ oriundos do Incaper apresentaram padrão molecular diferenciado, o que possibilitou a sua distinção em relação aos demais. O segundo grupo é composto, predominantemente, por acessos do tipo ‘Robusta’, dos BAGs do IAC e da Epamig. No grupo dos ‘Robustas’, foi observada ampla diversidade, não havendo distinção entre os acessos oriundos do IAC e da Epamig. Notadamente, os acessos Cpafró 190, Cpafró 056, Cpafró 193, Cpafró 194 e Cpafró 199, (Rondônia) e Emcapa V.3 (Espírito Santo) foram identificados como híbridos naturais entre ‘Conilons’ e ‘Robustas’ (ROCHA et al., 2015).

Dessa forma, a Embrapa Rondônia, em parceria com o IAC e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), vem trabalhando com melhoramento genético de *C. canephora*, desde 1978, na sua Estação Experimental no município de Ouro Preto do Oeste, visando, sobretudo, ao desenvolvimento de com adaptação e estabilidade de produção para as condições edafoclimáticas da Amazônia Legal. O porte intermediário, a tolerância à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), ao nematoide (*Meloidogyne incognita* – EI2) e o potencial para qualidade de bebida, são algumas das características presentes nas variedades (MORAES et al., 2020; ROCHA et al., 2015).

Nesse sentido, no ano de 2012, para auxiliar na melhoria da eficiência de cultivo de cafeeiros na Amazônia Brasileira, a Embrapa desenvolveu uma variedade clonal de cafeeiros *C. canephora*, adaptada para as condições de cultivo do ambiente amazônico. A variedade, que foi denominada de ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, é composta por 15 genótipos clonais de ciclo de maturação intermediários que apresentam características típicas das plantas da variedade botânica Conilon (ESPINDULA et al., 2019)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Avaliar as curvas de progresso temporal da doença cercosporiose em clones de café canéfora, no município de Humaitá /AM.

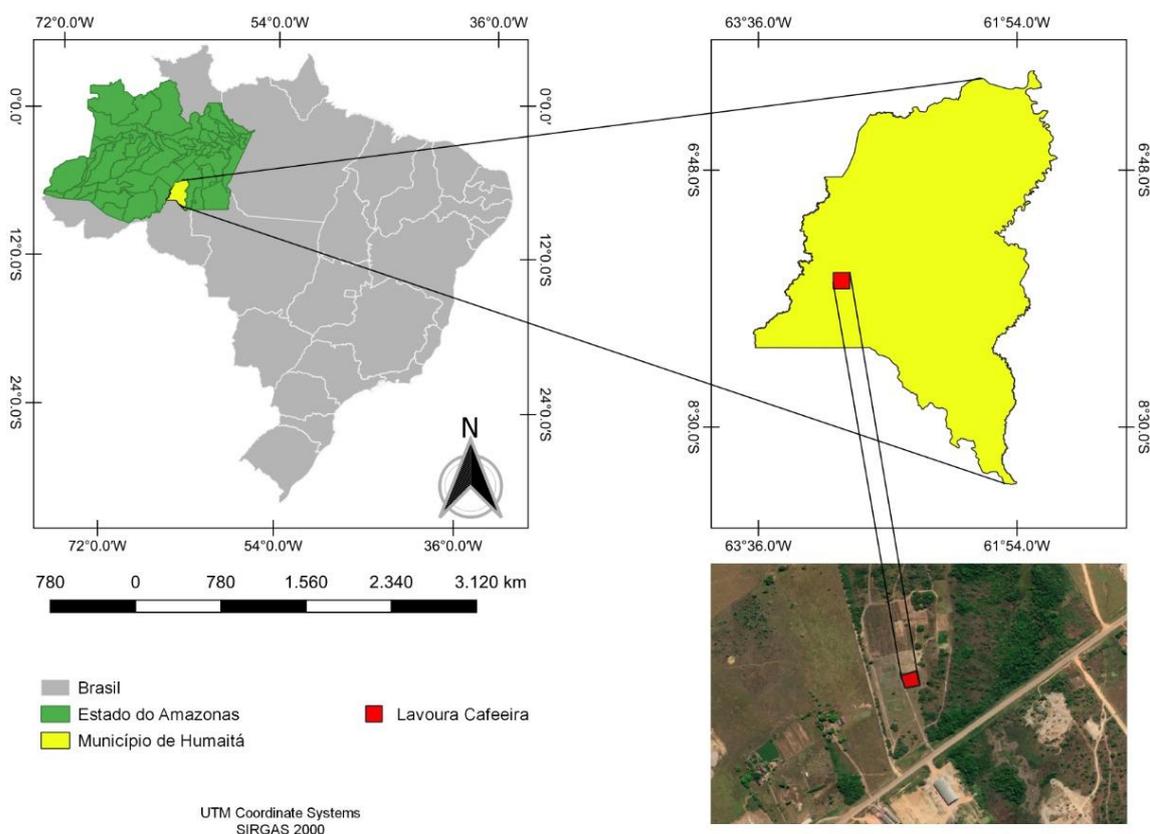
#### **3.2. Específicos**

- Diagnosticar e monitorar a doença cercosporiose, em lavoura de café canéfora, no município de Humaitá - AM;
- Estimar as curvas de progresso temporal da cercosporiose em clones de café canéfora;
- Avaliar a susceptibilidade de clones de café canéfora a doença cercosporiose, nas condições ambientais do sul do estado do Amazonas;
- Analisar a interação entre a incidência e severidade da cercosporiose e variáveis climatológicas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Mangabeira, da Universidade Federal do Amazonas (IEAA/UFAM), localizada no município de Humaitá, região Sul do estado do Amazonas, durante o ano agrícola de 2021/2022. A área experimental está situada na BR 230, no km 3,5, lado direito no sentido Humaitá/AM - Porto Velho/RO, nas seguintes coordenadas geográficas 7° 31' 49.51" S e 63° 3' 14.62" O, á altitude de 56 m (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da unidade de referência tecnológica de café canéfora, avaliada durante o ano agrícola de 2021/2022, no município de Humaitá - AM.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é considerado como tropical chuvoso, com precipitação anual variável entre 2250 a 2750 mm. O período chuvoso ocorre

entre outubro e março e o período seco entre junho a agosto, considerando-se o restante dos meses o período de transição (VIDOTTO et al., 2007). A temperatura média anual varia de 24 a 26 °C, a umidade relativa do ar, bastante elevada, varia de 85 a 90 %.

#### 4.2. Caracterização do solo

O solo da área onde está inserido a unidade de referência tecnológica é classificado como Cambissolo Háplico Alítico Plíntico. Realizou-se durante o ano de 2021, coleta de amostras de solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, para caracterização química do solo, da área estudada, como observa-se na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química do solo do ano de 2021, da unidade de referência tecnológica de café canéfora, localizada no município de Humaitá, Amazonas.

Amostra	pH	P	P <sub>Rem</sub>	K	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	V%	m
	H <sub>2</sub> O	----mg/dm <sup>-3</sup> ----			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> -----				cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup>	----%----			
0-20 cm	5,1	1,2	31,2	28	0,07	2,3	0,4	2,0	4,20	6,97	2,77	40	42
20-40 cm	4,6	0,7	34,7	12	0,03	2,2	0,4	3,0	4,70	7,33	2,63	36	53

**Extratores:** pH - H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub>; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator KCl 1N; H + Al - Extrator SMP; S - Extrator Fosfato monobásico de Cálcio; B - Água quente; P-rem - Fósforo Remanescente; Mat. Org. (M.O) - Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N.

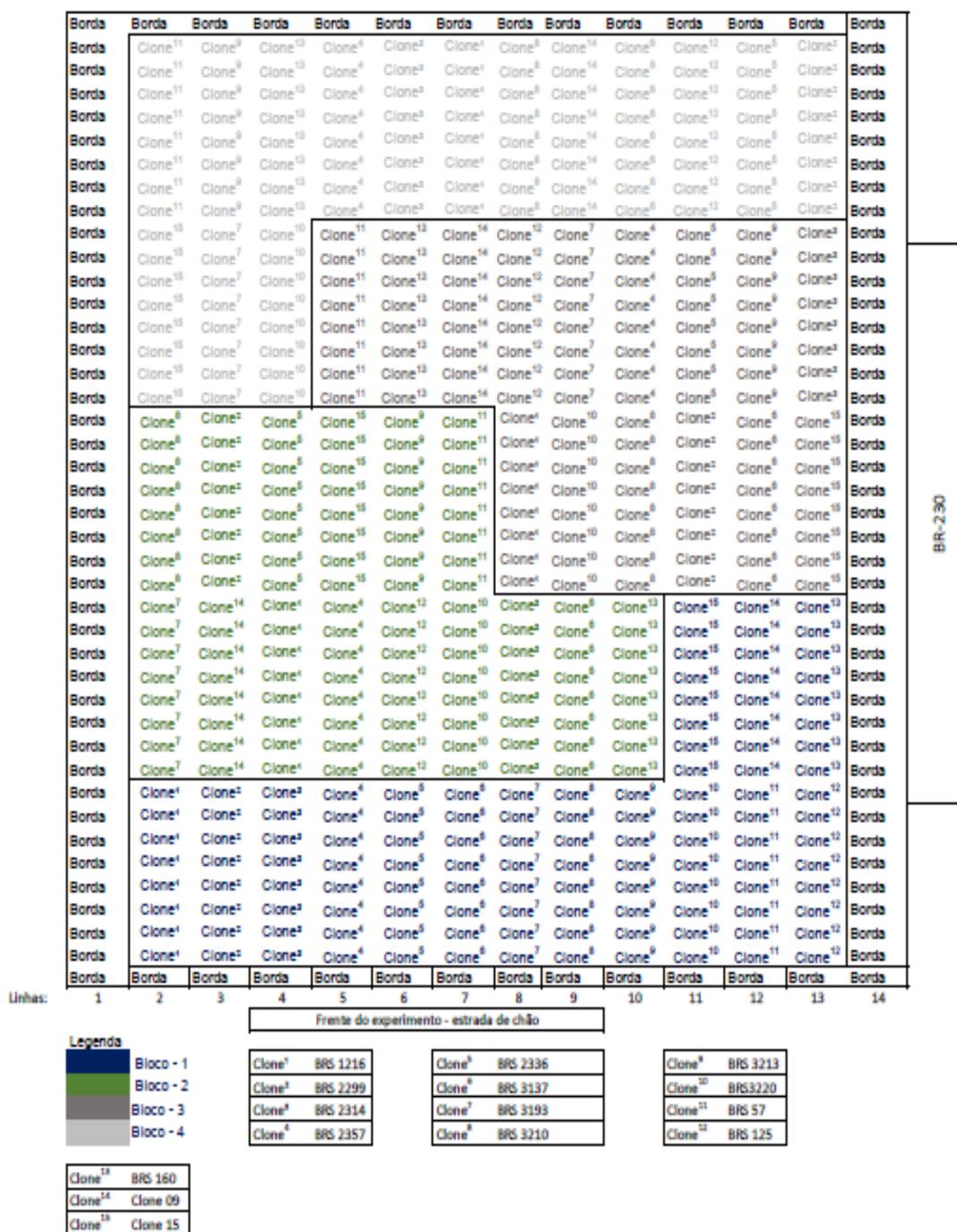
**Fonte:** Agrilab (2021).

Executou-se prática de adubação e correção do solo conforme resultados da análise do solo (Tabela 1). Realizou-se a correção da acidez utilizando-se o método de saturação por bases, do Instituto Agrônomo de Campinas, objetivando-se elevar a saturação do solo a 50%, conforme recomendado para a cultura do cafeeiro (MARCOLAN et al., 2015). Utilizou-se para correção de acidez do solo 350 kg/ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, distribuído de forma manual, em uma área total de 1.638m<sup>2</sup> (0,16 ha).

Realizou-se adubação de cobertura de forma parcelada, durante os meses de agosto/2021, setembro/2021, outubro/2021, novembro/2021 e dezembro/2021, aplicando-se 50 g de cloreto de potássio por planta e 45 g de uréia por planta. Executou-se na área experimental adubação fosfatada com superfosfato triplo, realizando-se aplicação com dosagem cheia, durante o mês de agosto/2021.

#### 4.3. Delineamento experimental

Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso, com quinze tratamentos, quatro repetições, sendo cada repetição composta de oito plantas, das quais as quatro centrais foram consideradas úteis para as avaliações. A lavoura encontra-se disposta em espaçamento 3,0 x 1,0 m, em uma área total de 1.638m<sup>2</sup> (0,16 ha) (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui da unidade de referência tecnológica de café canéfora, localizada no município de Humaitá, Amazonas.

#### 4.4. Descrição de clones

O ensaio constitui-se de quinze clones, propagados via método de estaquia, sendo destes, cinco oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 x Robusta – 640, 1675 e 2258: sendo eles: BRS 1216, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220. Outros quatro clones compõem a cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto: BRS 2299, BRS 57, BRS 125 e BRS 160. Os

demais clones: BRS 2336, BRS 3137, BRS 2357, BRS 3193, Clone 09 e Clone 15, são provenientes de polinização aberta.

Os clones oriundos de polinização aberta são provenientes da Cultivar Conilon - BRS Ouro Preto, desenvolvida pela Embrapa no ano de 2013 (ESPINDULA et al., 2019). Todos os materiais genéticos utilizados durante o ensaio, são provenientes do programa de melhoramento genético de *C. canephora*, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Rondônia.

**Tabela 2.** Descrição genética e origem de clones avaliados mensalmente, durante o ano agrícola de 2021/2022, em experimento instalado no município de Humaitá - AM.

Clones	Material de Origem	Instituição de Origem
BRS 1216	Emcapa 03 x Robusta 1675	Embrapa Rondônia
BRS 2314	Emcapa 03 x Robusta 640	Embrapa Rondônia
BRS 3210	Emcapa 03 x Robusta 2258	Embrapa Rondônia
BRS 3213	Emcapa 03 x Robusta 2258	Embrapa Rondônia
BRS 3220	Emcapa 03 x Robusta 1675	Embrapa Rondônia
BRS 2299	BRS Ouro Preto	Embrapa Rondônia
BRS 57	BRS Ouro Preto	Embrapa Rondônia
BRS 125	BRS Ouro Preto	Embrapa Rondônia
BRS 160	BRS Ouro Preto	Embrapa Rondônia
BRS 2357	Polinização Aberta*	Embrapa Rondônia
BRS 2336	Polinização Aberta	Embrapa Rondônia
BRS 3137	Polinização Aberta	Embrapa Rondônia
BRS 3193	Polinização Aberta	Embrapa Rondônia
Clone 09	Polinização Aberta	Embrapa Rondônia
Clone 15	Polinização Aberta	Embrapa Rondônia

**Fonte:** ESPINDULA et al. (2022) e ESPINDULA et al. (2019).

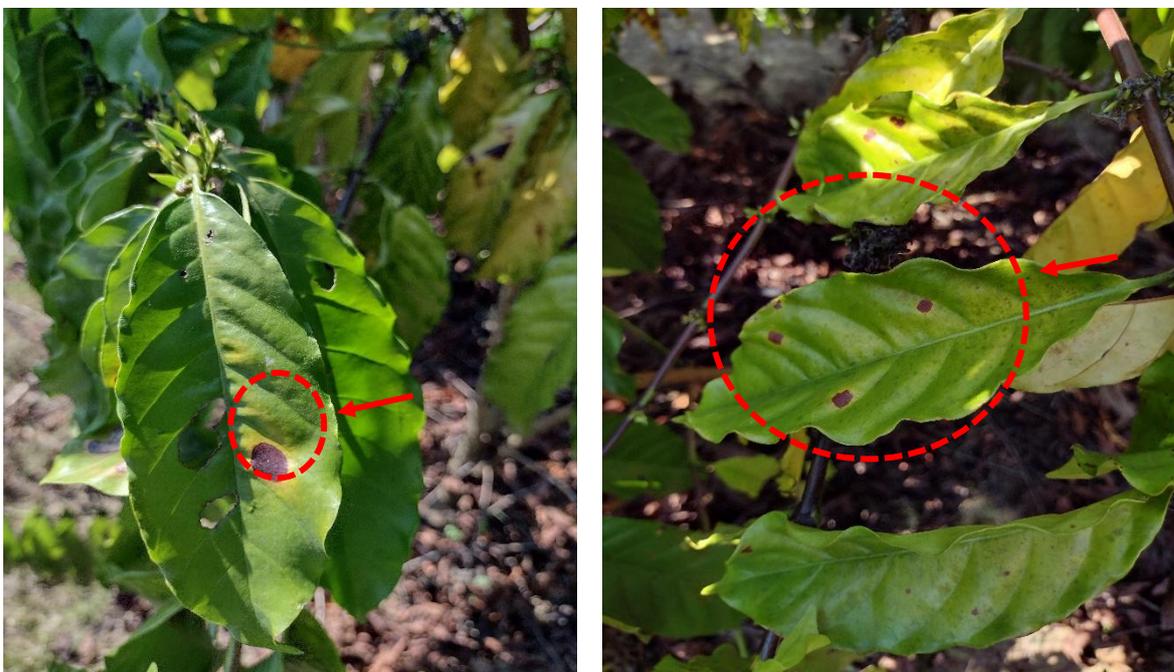
#### 4.5. Coleta de dados

Realizou-se avaliações mensais do progresso temporal da incidência e severidade da doença cercosporiose, durante o período de agosto/2021 a julho/2022, utilizando-se método de amostragem não destrutivo, em que as folhas são avaliadas e permanecem na planta. Avaliou-se os sintomas em oito folhas por planta, no terço médio, entre o 3° e 4° par de folhas, a partir

do ápice dos ramos plagiotrópicos, nos quatro quadrantes da planta ao acaso, totalizando-se mil novecentos e vinte folhas avaliadas em duzentos e quarenta plantas mensalmente.



**Figura 3.** Avaliação de incidência e severidade da doença cercosporiose em clones de café canéfora, na unidade de referência tecnológica de café canéfora, no município de Humaitá - AM. **Fonte:** O autor (2022).



**Figura 4.** Sintomas da doença cercosporiose (*C. coffeicola*), visualizados em clones de café canéfora, no município de Humaitá - AM. **Fonte:** O autor (2022).

O percentual de incidência foi determinado de acordo com o número de folhas contendo sintomas em relação ao número total de folhas amostradas, de acordo com equação proposta por (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

$$I (\%) = \left( \frac{NFD}{NTF} \right) * 100$$

Em que:

I (%) = incidência em percentagem;

NFD = número de folhas doentes;

NTF = número total de folhas.

Para quantificar a severidade da cercosporiose utilizou-se escala diagramática proposta por (CUSTÓDIO et al., 2011). A respectiva escala de notas adotada para avaliação da doença, varia de 1 a 6 níveis, com base na área da lesão, correspondendo aproximadamente: 0,1 – 3,0%; 3,1 – 6,0%; 6,1 – 12,0%; 12,1 – 18,0%; 18,1 – 30% e 30,1 – 50%, da área lesionada respectivamente.

#### **4.6. Dados climatológicos**

Coletou-se informações climatológicas da estação meteorológica de observação de superfície automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada no campus do Instituto Federal do Amazonas – IFAM (7.55° S, 63.07°, 54 m), no município de Humaitá-Amazonas, Brasil. As variáveis climatológicas utilizadas foram: Radiação Solar (KJ/m<sup>2</sup>), Temperatura (°C), Umidade Relativa do Ar (%) e Precipitação Pluviométrica (mm).

#### **4.7. Análise estatística**

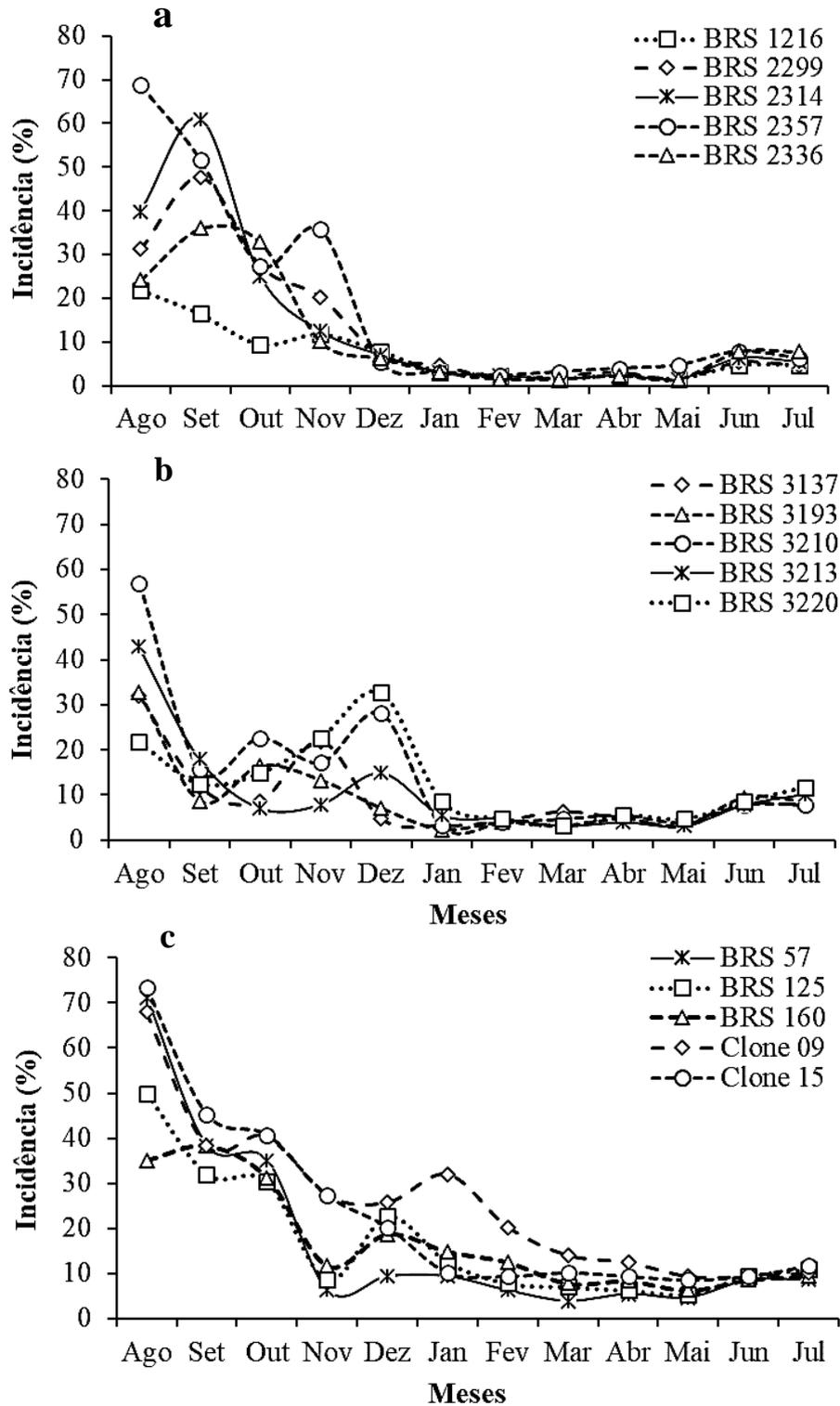
Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas em rotina de programação R. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio de teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os resultados referentes aos índices médios de incidência e severidade da doença cercosporiose foram transformados em representações gráficas do progresso temporal da doença durante o período de avaliação.

### **5. RESULTADOS**

#### **5.1. Curvas de progresso de incidência da cercosporiose e variáveis meteorológicas**

Observou-se interação significativa entre meses amostrais e clones, quando avaliada a incidência da cercosporiose (p-valor <0,05), como observa-se na (Tabela 3). Os maiores percentuais de incidência da doença cercosporiose foram observados durante os meses de agosto/2021 a dezembro/2021, apresentando redução entre os meses de janeiro/2022 a julho/2022 (Figura 5). Verificou-se os maiores percentuais de incidência no mês de agosto, nos respectivos clones: Clone 15 (73,43 %), BRS 57 (71,09%), BRS 2357 (68,75). Os menores

percentuais de incidência são observados no mês de maio, nos clones: BRS 1216 (1,56%), BRS 2336 (1,56%), BRS 2299 (1,56%), como observa-se na (Figura 5 e Tabela 3).



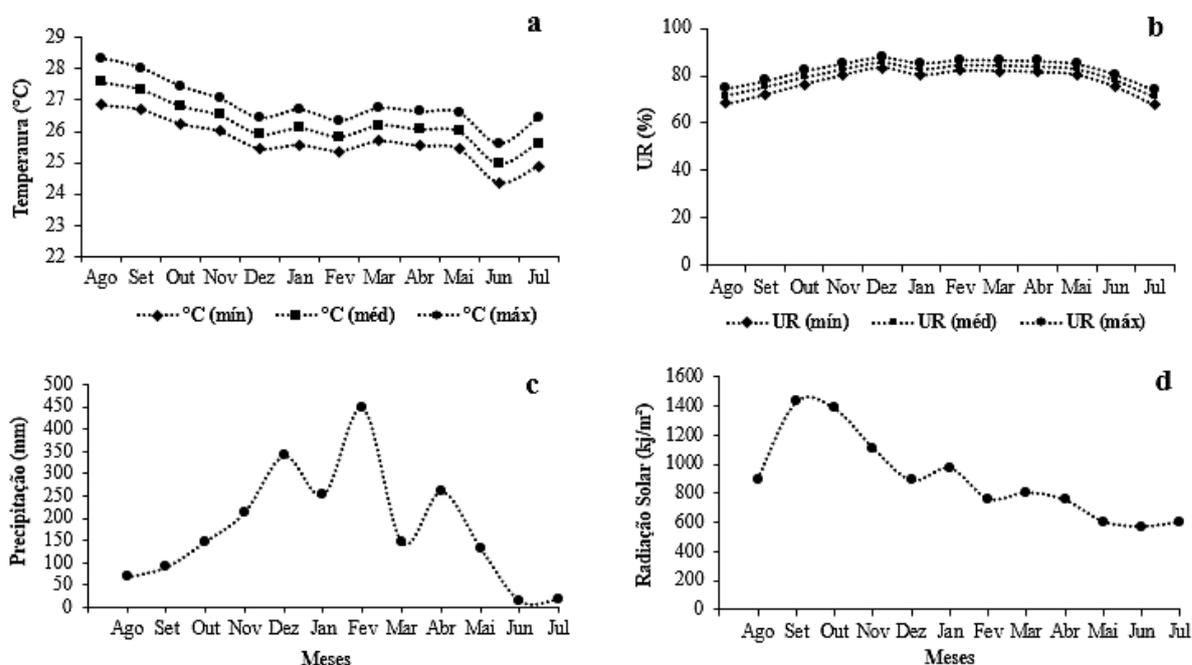
**Figura 5.** Curvas de progresso de incidência da doença cercosporiose, em clones de café canéfora, em experimento instalado no município de Humaitá - AM.

**Tabela 3.** Incidência da doença cercosporiose correlacionada ao tempo amostral e clones de café canéfora, avaliados durante o período de agosto/2021 a julho/2022, no município de Humaitá – AM.

<b>Clones</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>
Clone 15	73,43 a	45,31 b	40,62 a	27,34 a	20,31 a	10,15 b	9,37 a	10,15 a	9,37 a	8,59 a	9,37 a	11,71 a
BRS 57	71,09 a	38,28 c	35,15 a	6,25 b	9,37 b	9,37 b	6,25 a	3,90 a	5,46 a	4,68 a	8,59 a	8,59 a
BRS 2357	68,75 a	51,56 b	27,34 b	31,25 a	5,46 b	3,12 b	2,34 a	3,12 a	3,90 a	3,90 a	7,81 a	6,25 a
Clone 09	67,96 a	38,28 c	40,62 a	27,34 a	25,78 a	32,03 a	20,31 a	14,06 a	12,50 a	9,37 a	9,37 a	10,15 a
BRS 3210	57,03 b	15,62 d	22,65 b	17,18 b	28,12 a	3,12 b	3,90 a	4,68 a	5,46 a	3,90 a	7,81 a	7,81 a
BRS 125	50 b c	32,03 c	30,46 b	8,59 b	22,65 a	12,50 b	7,81 a	7,03 a	6,25 a	5,46 a	9,37 a	10,93 a
BRS 3213	42,96 c	17,96 d	7,03 c	7,81 b	14,84 b	5,46 b	4,68 a	3,12 a	3,90 a	3,12 a	7,81 a	10,15 a
BRS 2314	39,84 c	60,93 a	25,00 b	12,50 b	7,03 b	3,90 b	2,34 a	1,56 a	2,34 a	1,56 a	6,25 a	5,46 a
BRS 160	35,15 c	38,28 c	31,25 b	11,71 b	18,75 a	14,84 b	12,50 a	7,81 a	7,81 a	6,25 a	8,59 a	9,37 a
BRS 3193	32,81 c	8,59 d	16,40 c	13,28 b	7,03 b	2,34 b	3,90 a	3,12 a	4,68 a	3,12 a	9,37 a	8,59 a
BRS 3137	32,03 c	11,71 d	8,59 c	21,87 a	4,68 b	3,12 b	3,90 a	6,25 a	4,68 a	3,12 a	7,81 a	7,81 a
BRS 2299	31,25 c	47,65 b	27,34 b	20,31 a	7,03 b	4,68 b	1,56 a	2,34 a	3,12 a	1,56 a	5,46 a	4,68 a
BRS 2336	24,21 d	35,93 c	32,81 b	10,15 b	6,25 b	3,12 b	1,56 a	1,56 a	2,34 a	1,56 a	7,81 a	7,81 a
BRS 1216	21,87 d	16,40 d	9,37 c	11,71 b	7,81 b	3,12 b	2,34 a	1,56 a	2,34 a	1,56 a	4,68 a	4,68 a
BRS 3220	21,87 d	12,50 d	14,84 c	22,65 a	32,81 a	8,59 b	4,68 a	3,90 a	5,46 a	4,68 a	8,59 a	11,71 a

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

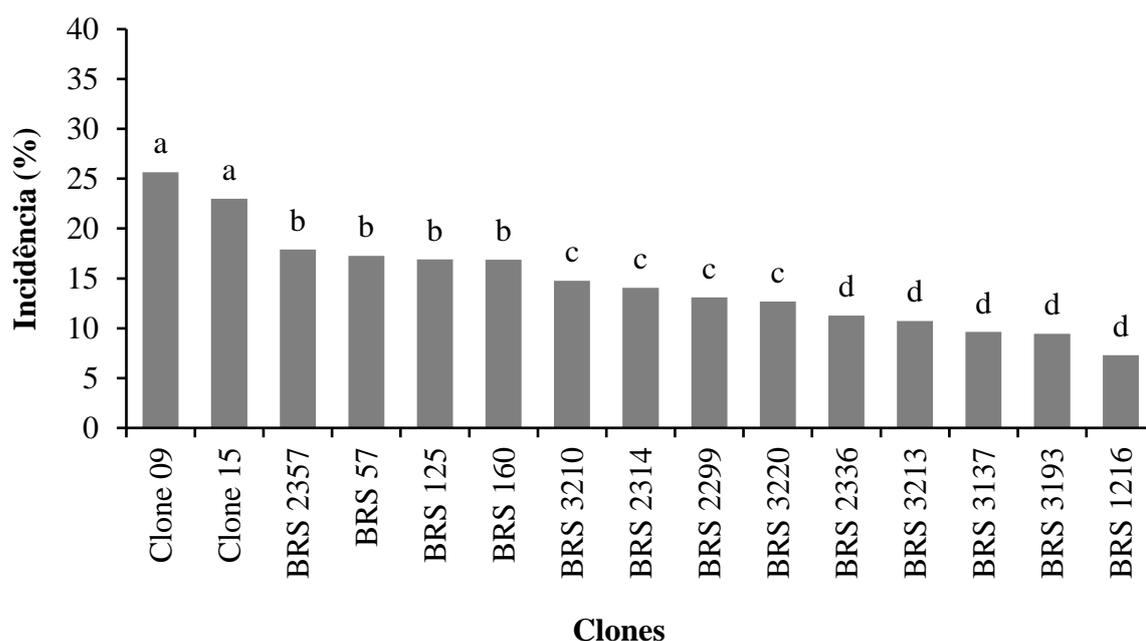
Concomitantemente, ao período de maior incidência da doença, entre os meses de agosto a dezembro, observou-se condições favoráveis para o progresso temporal da cercosporiose, com ocorrência média de temperatura de 26,84 °C, média de umidade relativa do ar de 78,96 %, média de precipitação pluviométrica de 172,72 mm e radiação solar média de 1144,11 KJ/m<sup>2</sup>. Observou-se, que mesmo durante o período de menor incidência da doença, entre os meses de janeiro a julho, às condições climáticas apresentaram-se favoráveis para o progresso da doença, verificando-se ocorrência média mensal de temperatura de 25,84 °C, média de umidade relativa do ar de 81,16%, média de precipitação pluviométrica 182,3 mm e radiação solar média de 724, 37 KJ/m<sup>2</sup>, como observa-se na (Figura 6).



**Figura 6.** Médias mensais das variáveis climatológicas: temperatura (mínima, média, máxima), umidade relativa do ar (mínima, média, máxima), precipitação pluviométrica (mm), e radiação solar (Kj/m<sup>2</sup>), no município de Humaitá - AM. **Fonte:** INMET.

## 5.2. Reação de clones de café canéfora a incidência da doença cercosporiose

Observou-se diferença significativa dos percentuais médios de incidência da doença cercosporiose entre clones de café canéfora avaliados (p-valor <0,05). Verificou-se os respectivos percentuais de incidência da doença entre clones: Clone 09 (25,65%), Clone 15 (22,98%), BRS 2357 (17,9%), BRS 57 (17,25%), BRS 125 (16,92%), BRS 160 (16,86%), BRS 3210 (14,77%), BRS 2314 (14,06), BRS 2299 (13,08%), BRS 3220 (12,69%), BRS 2336 (11,26%), BRS 3213 (10,74%), BRS 3137 (9,63%), BRS 3193 (9,44%) e BRS 1216 (7,29%), como observa-se na (Figura 7).

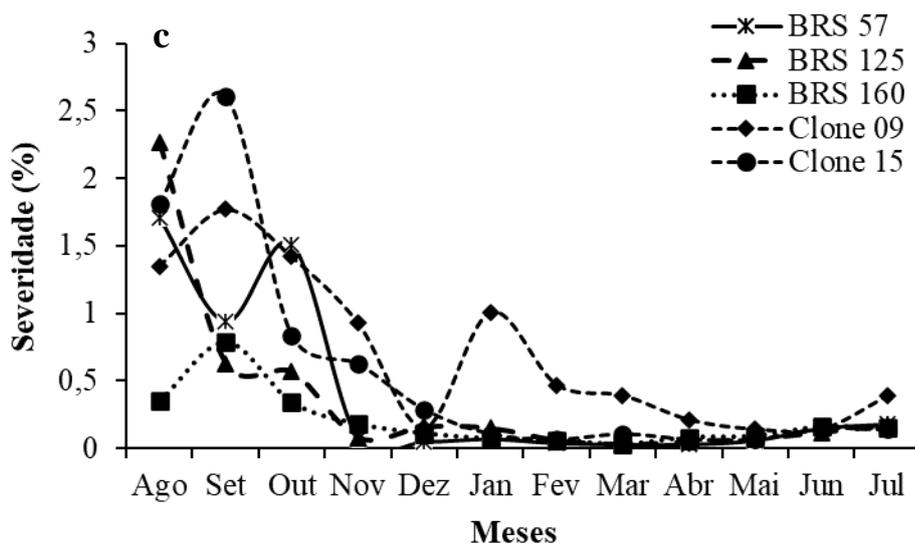
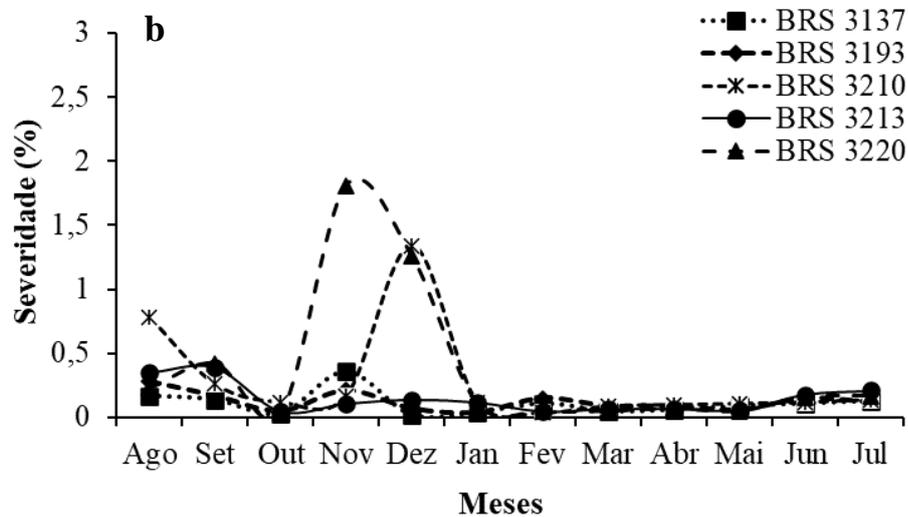
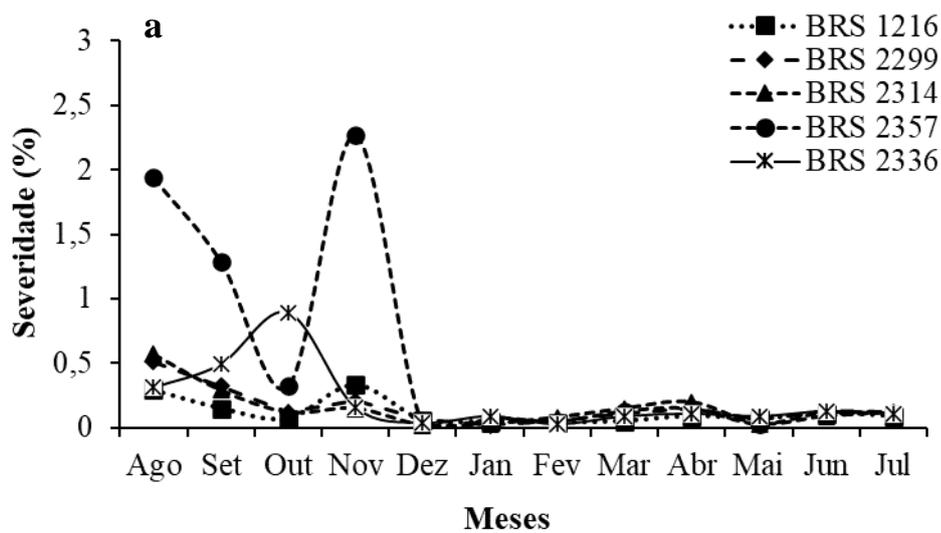


**Figura 7.** Reação de clones de café canéfora a incidência da doença cercosporiose, durante o ano agrícola 2021/2022, no município de Humaitá - AM. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Durante os doze meses de avaliação, verificou-se os maiores percentuais de incidência da doença cercosporiose nos clones provenientes de polinização aberta, como: Clone 09, Clone 15, BRS 2357. Seguido de clones oriundos da cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto: BRS 57, BRS 125, BRS 160, BRS 2299. Observou-se de modo geral, baixos percentuais de incidência da cercosporiose nos clones oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 x Robusta – 640, 1675 e 2258, sendo eles: BRS 1216, BRS 3213, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3210, como observa-se na (Figura 7).

### 5.3. Curvas de progresso de severidade da cercosporiose

Observou-se interação significativa entre meses de avaliação e clones, quando avaliada a severidade da cercosporiose ( $p$ -valor  $<0,05$ ), como observa-se na (Tabela 4). A severidade da doença comportou-se de forma similar ao progresso de incidência, observando-se os maiores percentuais durante os meses de agosto/2021 a dezembro/2021, apresentando redução entre os meses de janeiro/2022 a julho/2022 (Figura 8). Verificou-se os maiores percentuais de severidade no mês de agosto, nos respectivos clones: BRS 125 (2,27%), BRS 2357 (1,93%) e Clone 15 (1,80%). Os menores percentuais de severidade são observados no mês de maio, nos clones: BRS 2357 (0,03%), BRS 3220 (0,05%) e BRS 3193 (0,06%), respectivamente (Figura 8 e Tabela 4).



**Figura 8.** Curvas de progresso de severidade da doença cercosporiose, em clones de café canéfora, em experimento instalado no município de Humaitá - AM.

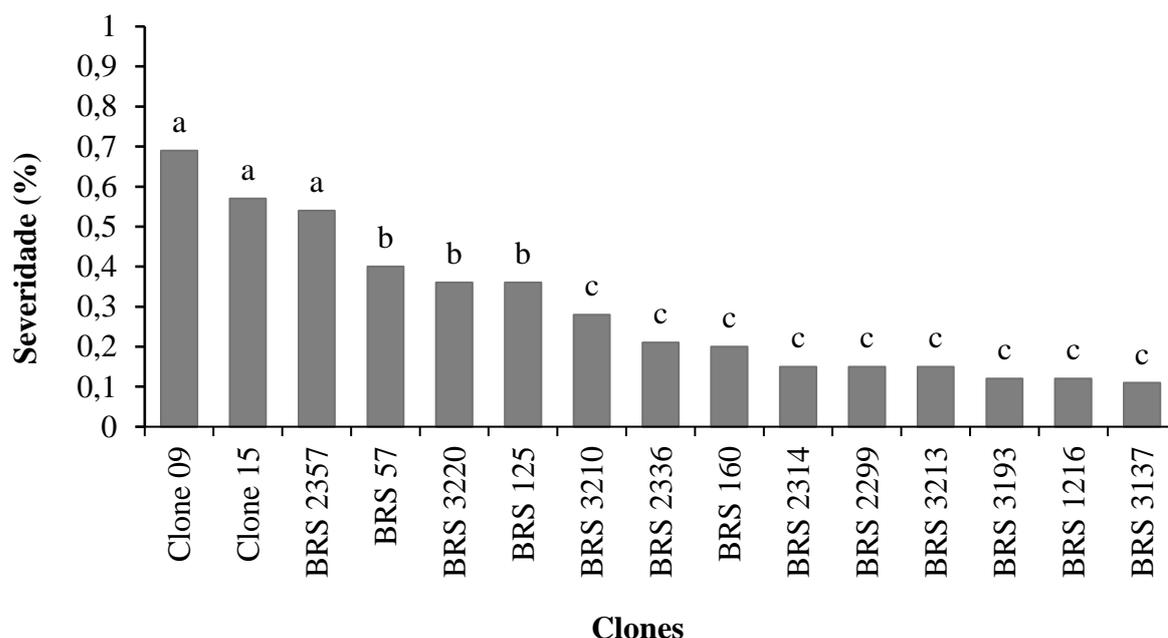
**Tabela 4.** Severidade da doença cercosporiose correlacionada ao tempo amostral e clones de café canéfora, avaliados durante o período de agosto/2021 a julho/2022, no município de Humaitá – AM.

<b>Clones</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>
BRS 125	2,27 a	0,62 c	0,56 c	0,08 c	0,16 b	0,15 a	0,06 a	0,03 a	0,05 a	0,07 a	0,12 a	0,17 a
BRS 2357	1,93 a	1,29 b	0,31 c	2,27 a	0,03 b	0,08 a	0,05 a	0,13 a	0,15 a	0,03 a	0,12 a	0,11 a
Clone 15	1,80 b	2,60 a	0,84 b	0,63 b	0,28 b	0,10 a	0,07 a	0,11 a	0,07 a	0,07 a	0,15 a	0,14 a
BRS 57	1,70 b	0,93 c	1,50 a	0,06 c	0,04 b	0,07 a	0,04 a	0,03 a	0,03 a	0,06 a	0,15 a	0,18 a
Clone 09	1,34 b	1,77 b	1,42 a	0,92 b	0,15 b	1,00 a	0,47 a	0,39 a	0,21 a	0,14 a	0,14 a	0,39 a
BRS 3210	0,70 c	0,25 d	0,11 c	0,16 c	1,34 a	0,11 a	0,04 a	0,09 a	0,10 a	0,11 a	0,12 a	0,14 a
BRS 2314	0,57 c	0,28 d	0,12 c	0,15 c	0,02 b	0,03 a	0,08 a	0,15 a	0,20 a	0,03 a	0,09 a	0,12 a
BRS 2299	0,50 c	0,32 d	0,12 c	0,20 c	0,06 b	0,02 a	0,05 a	0,10 a	0,15 a	0,06 a	0,13 a	0,12 a
BRS 3213	0,35 c	0,38 d	0,04 c	0,11 c	0,13 b	0,11 a	0,05 a	0,07 a	0,07 a	0,06 a	0,18 a	0,21 a
BRS 160	0,34 c	0,79 c	0,34 c	0,17 c	0,11 b	0,06 a	0,06 a	0,03 a	0,07 a	0,09 a	0,16 a	0,15 a
BRS 2336	0,30 c	0,49 d	0,89 b	0,16 c	0,04 b	0,09 a	0,03 a	0,09 a	0,11 a	0,09 a	0,13 a	0,11 a
BRS 1216	0,29 c	0,15 d	0,07 c	0,33 c	0,06 b	0,05 a	0,04 a	0,05 a	0,09 a	0,07 a	0,11 a	0,09 a
BRS 3193	0,28 c	0,17 d	0,05 c	0,20 c	0,05 b	0,05 a	0,15 a	0,09 a	0,09 a	0,06 a	0,15 a	0,12 a
BRS 3220	0,23 c	0,41 d	0,04 c	1,80 a	1,26 a	0,09 a	0,05 a	0,05 a	0,07 a	0,05 a	0,16 a	0,17 a
BRS 3137	0,17 c	0,14 d	0,03 c	0,35 c	0,02 b	0,04 a	0,10 a	0,04 a	0,06 a	0,09 a	0,11 a	0,13 a

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

#### 5.4. Reação de clones de café canéfora a severidade da doença cercosporiose

Observou-se diferença significativa entre os valores médios de severidade da doença cercosporiose e clones avaliados ( $p$ -valor  $<0,05$ ). Verificou-se os respectivos percentuais de severidade: Clone 09 (0,69%), Clone 15 (0,57%), BRS 2357 (0,54%), BRS 57 (0,40%), BRS 3220 (0,36%), BRS 125 (0,36%), BRS 3210 (0,28%), BRS 2336 (0,21%), BRS 160 (0,20%), BRS 2314 (0,15%), BRS 2299 (0,15%), BRS 3213 (0,15%), BRS 3193 (0,12%), BRS 1216 (0,12%) e BRS 3137 (0,11%), como observa-se na (Figura 9).



**Figura 9.** Reação de clones de café canéfora a severidade da doença cercosporiose, durante o ano agrícola 2021/2022, no município de Humaitá - AM. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Verificou-se durante o período de avaliação, resultados similares ao de incidência, observando-se os maiores percentuais de severidade da doença cercosporiose em clones provenientes de polinização aberta, como: Clone 09, Clone 15, BRS 2357. Seguido de clones oriundos da cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto: BRS 57, BRS 125, BRS 160, BRS 2299. Observou-se de modo geral, baixos percentuais de severidade da cercosporiose nos clones oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 x Robusta – 640, 1675 e 2258, sendo eles: BRS 1216, BRS 3213, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3210, como observa-se na (Figura 9).

## 6. DISCUSSÃO

As condições climáticas ocorridas durante a condução do estudo propiciaram o desenvolvimento da cercosporiose. Concomitantemente, ao período de maiores percentuais de incidência e severidade da doença cercosporiose, que ocorreram entre os meses de agosto/2021 a dezembro/2021, observou-se níveis de temperatura: máximas (27,47 °C), médias (26,84 °C) e mínimas (26,26 °C) (Figura 6a). Segundo Vilela et al. (2022), a doença cercosporiose desenvolve-se mais rapidamente quando exposta a temperaturas entre 25 °C e 30 °C. Tais condições mencionadas, corroboram com as variáveis climatológicas observadas durante o período de maior incidência e severidade da cercosporiose, como observa-se nas (Figuras 5, 6 e 8).

Menciona-se que mesmo durante o período de menores percentuais de incidência e severidade da doença cercosporiose, que ocorreram entre os meses de janeiro/2022 a julho/2022, observou-se condições de temperatura favoráveis para o desenvolvimento da doença, verificando-se níveis de temperatura entre: máximas (26,45 °C), médias (25,84 °C) e mínimas (25,26 °C), como observa-se nas (Figuras 5, 6 e 8). Entretanto, durante o respectivo período, variáveis climatológicas como precipitação pluviométrica e radiação solar, apresentaram-se de forma desfavorável para o desenvolvimento da doença (Figura 6 c e d).

A variável climatológica umidade relativa do ar, apresentou-se de forma favorável ao progresso temporal da incidência e severidade da doença, durante o período de maior intensidade da cercosporiose. Observou-se durante os meses de agosto a dezembro, níveis de umidade relativa do ar entre mínimas e máximas de: 76,13% a 81,58%, como observa-se na (Figura 6b). Resultados semelhantes foram verificados em estudo realizado por Queiroz et al. (2020), verificando-se altos valores de incidência e severidade da cercosporiose em níveis de alta umidade relativa do ar superior a 70%, sendo esta variável intimamente favorável para a infecção e progresso da cercosporiose, em lavouras de café conilon no sul do estado do Amazonas.

Os percentuais elevados da doença cercosporiose na área experimental, relacionam-se à ocorrência de temperaturas médias entre 26,84 °C, associada principalmente ao aumento da umidade relativa do ar (>70%), déficit hídrico e exposição a altos níveis de radiação solar, como observa-se na (Figura 6). Essas informações evidenciam a interação entre as condições ambientais e o desenvolvimento de doenças fúngicas como a cercosporiose, em áreas de cultivo do ambiente amazônico. Nessas condições, doenças que nas regiões tradicionais não são consideradas problemas para agricultores, tornam-se severas, como no caso da cercosporiose,

sendo do ponto de vista edafoclimático, um enorme desafio a produtores que desejam cultivar o cafeeiro nesta parte do país (JUNIOR E FERNANDES, 2015; VILELA et al., 2022).

Observou-se variações consideráveis no comportamento da precipitação pluviométrica durante o experimento, verificando-se os menores valores pluviométricos durante o período de maior intensidade da doença cercosporiose. Durante os meses de agosto a dezembro, observou-se valores pluviométricos médios mensais de 172,72 mm, e valores cumulativos de 863,3 mm, valores considerados relativamente baixos em relação ao período de menor intensidade da cercosporiose, que apresentou precipitação cumulativa de 1276,1 mm (Figura 5,6 e 8). De acordo com Vilela et al. (2022), variações acentuadas na distribuição pluviométrica e déficit hídrico, estão intimamente relacionados ao aumento de intensidade da doença cercosporiose, relacionando-se principalmente a desequilíbrios nutricionais, devido o menor potencial hídrico diminuir a eficiência de processos de absorção de nutrientes à medida que são transportados e translocados em plantas de café.

Segundo Chaves et al. (2018), a quantidade e distribuição de precipitação pluviométrica, são de suma importância, pois, mesmo pequenas modificações nas condições hídricas, podem acarretar eventuais problemas de baixa produtividade, principalmente em lavouras cultivadas a pleno sol. Esses efeitos podem ainda ser agravados se ocorrerem simultaneamente com altas temperaturas do ar, pois seca e temperaturas desfavoráveis ( $>25$  °C), são consideradas as principais limitações climáticas para a cultura do café conilon e concomitantemente favoráveis para o aumento de incidência e severidade da doença cercosporiose em cafezais. As condições climáticas citadas corroboram com as observadas durante o período de aumento exponencial da doença cercosporiose na área cafeeira avaliada (Figura 5,6 e 8).

Vilela et al. (2022), cita que a maior exposição solar também se constitui como fator importante para o aumento de incidência e severidade da doença cercosporiose. Observou-se durante os meses de maior intensidade da doença (agosto/2021 a dezembro/2021), elevados valores de radiação solar, com média mensal de 1144,18  $\text{Kj/m}^2$ . Coincidentemente ao período de queda exponencial da incidência e severidade da cercosporiose (janeiro/2022 a julho/2022), verifica-se diminuição da radiação solar mensal para valores entre 724,37  $\text{Kj/m}^2$  (Figura 6d). Segundo Custódio et al. (2010), a intensidade de exposição à luz solar, principalmente em cafezais cultivados a pleno sol, constitui-se como uma das principais variáveis climáticas que influenciam nos componentes do patossistema de desenvolvimento da cercosporiose.

De acordo com Chaves et al. (2018), cafeeiros cultivados a pleno sol, encontram-se em ambiente propício à alta intensidade da doença. A cercosporiose necessita de excesso de

insolação e temperaturas mais elevadas para a germinação dos esporos do fungo e para seu desenvolvimento. Salienta-se que a exposição solar elevada, constitui-se como fator condicionante a ativação da toxina cercosporina, produzida pelo agente causal *C. coffeicola*, responsável pelo processo de necrose em folhas de cafeeiro, permitindo que o fungo obtenha os nutrientes necessários para o crescimento e esporulação no hospedeiro (RAMOS et al., 2022).

Menciona-se, que alguns nutrientes como: fósforo, potássio, cálcio e magnésio, apresentaram concentrações consideradas relativamente baixas na camada (0-20 cm), para as necessidades nutricionais da cultura do cafeeiro, como observa-se na (Tabela 1). De acordo com Silva et al. (2020), esses nutrientes estão fortemente relacionados com a defesa de plantas de café contra fitopatógenos, principalmente por estarem relacionadas a processos de resistência das paredes celulares, resposta de plantas a infecções, espessamento da parede celular, aumento da camada de cera na cutícula e recuperação lesões. Nesse contexto, estes nutrientes em concentrações inadequadas, favorecem a suscetibilidade de plantas de café canéfora a doenças como a cercosporiose.

Segundo Vilela et al. (2022), a penetração do fitopatógeno (*C. coffeicola*) no hospedeiro ocorre através de fissuras presentes no tecido foliar. Dessa forma, para o autor, nutrientes como: potássio e cálcio são de suma importância para o manejo da doença, pois promovem espessamento da parede celular e recuperação de lesões em plantas de café canéfora. Para Barbosa Júnior et al. (2019), a deficiência destes nutrientes resulta em síntese reduzida de compostos relacionados com a defesa das plantas. Em estudos realizados pelo autor, deficiências de Ca e P, acarretam aumento da incidência da doença cercosporiose. De acordo com o autor, níveis baixos de P, comprometem a síntese de metabólitos, aumentando a suscetibilidade do hospedeiro e favorecem o desenvolvimento de organismos fitopatogênicos.

Segundo Silva et al. (2020), desequilíbrios nutricionais, como o de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, principalmente associado ao déficit hídrico, alta umidade relativa, exposição a níveis elevados de radiação solar e temperaturas elevadas, estão intimamente relacionadas ao aumento de incidência e severidade da doença cercosporiose em cafezais. Dessa forma, as condições climáticas como (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar), em conjunto com as deficiências nutricionais de (P, K, Ca e Mg), exerceram grande influência sobre o progresso temporal da cercosporiose, sendo extremamente favoráveis à ocorrência, disseminação e sobrevivência do fitopatógeno nos períodos de maior intensidade da doença na lavoura estudada.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram como os fatores: patógeno, hospedeiro e ambiente, estão intimamente ligados ao aumento dos percentuais de incidência e severidade da doença cercosporiose, em cafezais no sul do estado do Amazonas. Tais informações exemplificam a importância do monitoramento da cercosporiose em cafezais, como medida efetiva para direcionar a criação de estratégias em programas de manejo fitossanitário, segundo as condições edafoclimáticas da região Amazônica.

Em relação aos percentuais médios de incidência e severidade da doença cercosporiose entre os clones de café canéfora, observa-se os maiores valores em clones provenientes de polinização aberta e clones oriundos da cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto, principalmente os clones: Clone 09, Clone 15, BRS 57, BRS 125 (Figura 7 e 9). Menciona-se que os clones provenientes de polinização aberta são oriundos da Cultivar Conilon - BRS Ouro Preto, desenvolvida pela Embrapa no ano de 2013 (ESPINDULA et al., 2019)(Tabela 2).

Segundo Ramos et al. (2022a) a gravidade da doença cercosporiose é um caráter quantitativamente herdado e apresenta uma ação condicionada por muitos genes com pequenos efeitos individuais; conseqüentemente, é marcadamente influenciada por fatores ambientais. Dessa forma, levando em consideração os diferentes percentuais de intensidade da doença entre os clones avaliados, observa-se fonte de resistência do tipo vertical, onde provavelmente a resistência dos clones avaliados é efetiva apenas contra uma ou algumas raças de *C. coffeicola*.

Outro fator importante de acordo com Espindula et al. (2019), estão as principais características da variedade botânica Conilon, que compõe a cultivar BRS Ouro Preto, como a menor resistência às principais doenças do cafeeiro. Por sua vez, a variedade botânica Robusta, apresenta maior resistência às principais doenças do cafeeiro, além de seu maior vigor vegetativo. Essa afirmativa, justifica os maiores valores de incidência e severidade da doença cercosporiose em clones oriundos da cultivar Conilon BRS Ouro Preto, e menores valores em clones oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 x Robusta - 640, 1675 e 2258, como : BRS 1216, BRS 3213, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3210 (Figura 7 e 9).

Queiroz et al. (2020), observou resultados semelhantes desenvolvendo estudos de avaliação da incidência e severidade da doença cercosporiose, em clones provenientes da cultivar Conilon BRS Ouro Preto, na respectiva área de estudo. Segundo Espindula et al. (2022), do cruzamento natural ou direcionado entre plantas das duas variedades botânicas surgem plantas, que expressam as melhores características das duas variedades, como a resistência às principais doenças do cafeeiro. Menciona-se que estudos relacionados à resistência de clones de café canéfora à doença cercosporiose ainda são incipientes nesta parte do país.

De acordo com Ramos et al. (2022a) devido às condições ambientais que beneficiam o desenvolvimento da cercosporiose, além da falta de cultivares resistentes, esta doença continua sendo um grande desafio aos cafeicultores, mesmo após 100 anos de introdução da doença no país. Para Ramos et al. (2022b), o aumento de produtividade em áreas cafeeiras pode levar ao desequilíbrio nutricional, resultando na maior suscetibilidade à cercosporiose, o que dificulta a seleção de clones por programas de melhoramento. Nesse sentido, existe a necessidade de estudos com o objetivo da seleção de genótipos que permitam ganhos genéticos, fornecendo assim materiais para programas de melhoramento, com foco para obtenção de plantas resistentes à doença em condições de campo.

Nesse contexto, o presente estudo, trata-se do primeiro trabalho de avaliação comparativa do comportamento de clones de café canéfora a doença cercosporiose, em condições de campo, no ambiente amazônico.

## **7. CONCLUSÕES**

Portanto, condições climáticas, com: temperatura ( $>25$  °C), umidade relativa do ar ( $>70\%$ ), associada ao déficit hídrico e intensa exposição à radiação solar, apresentaram-se como fator favorável para o desenvolvimento da cercosporiose em cafezais na região amazônica. Nesse contexto, o monitoramento do progresso temporal da cercosporiose é de suma importância para criação de programas de manejo fitossanitário adequado para esta região, condicionando de forma direta para o alto desempenho produtivo da cafeicultura na Amazônia.

Dessa forma, os clones: BRS 1216, BRS 3213, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3210, oriundos das matrizes Conilon Encapa 03 e Robusta – 640, 1675 e 2258, apresentaram resultados promissores para programas de melhoramento que procuram obter resistência à doença cercosporiose. Contribuindo substancialmente para o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do ambiente amazônico, sendo uma alternativa efetiva para redução da necessidade de utilização de defensivos químicos em cafezais.

Sendo assim, torna-se necessário intensificar a execução de trabalhos de seleção de clones de café canéfora, visando sobretudo a obtenção de cultivares que apresentem simultaneamente as principais características agrônômicas das variedades botânicas “Conilon” e “Robusta”, tendo como um dos principais focos, a resistência às principais doença do cafeeiro, como a cercosporiose.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA JUNIOR, M. P. et al. Brown eye spot in coffee subjected to different drip irrigation and fertilization management. **Australasian Plant Pathology** **2019** **48:3**, v. 48, n. 3, p. 245–252, 12 fev. 2019a.
- BARBOSA JUNIOR, M. P. et al. Brown eye spot in coffee subjected to different drip irrigation and fertilization management. **Australasian Plant Pathology**, v. 48, n. 3, p. 245–252, 1 maio 2019b.
- BOTELHO, J. F. et al. POPULATION DYNAMICS OF *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) IN AGROFORESTRY AND MONOCULTURE SYSTEMS OF CONILON COFFEE IN THE SOUTHERN PORTION OF THE STATE OF AMAZONAS, BRAZIL. **Revista Árvore**, v. 45, 4 ago. 2021.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. **Introduction to plant disease epidemiology.**, 1990.
- CHAVES, E. et al. Temporal analysis of brown eye spot of coffee and its response to the interaction of irrigation with phosphorous levels. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 9, p. 613–622, 1 set. 2018a.
- CHAVES, E. et al. Temporal analysis of brown eye spot of coffee and its response to the interaction of irrigation with phosphorous levels. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 9, p. 613–622, 1 set. 2018b.
- CUSTÓDIO, A. A. DE P. et al. Intensidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro quanto à face de exposição das plantas. **Coffee Science**, n. 3, p. 214–228, 2010.
- CUSTÓDIO, A. A. DE P. et al. Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spots in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1067–1076, 2011.
- DE MORAIS, J. A. et al. Beverage quality of *Coffea canephora* genotypes in the western Amazon, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, n. 1, p. e52095, 5 jul. 2021.
- ESPINDULA, M. C. et al. **Novas cultivares de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental Brasileira: Principais características**. Porto Velho: [s.n.].
- ESPINDULA, M. C. et al. **Desempenho agrônômico e análise econômica do cultivo de cafeeiros clonais no estado do Amazonas**. Porto Velho: [s.n.]. Disponível em: <file:///C:/Users/ruanq/Downloads/CT-153.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do Cafeeiro. Em: KIMARI, H. et al. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2p. 184–200.

IDAM. **RELATÓRIO DE ATIVIDADES 2021**. Manaus: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.idam.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/RAIDAM2021-Versao-final.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2022.

JÚNIOR, J. R. V.; FERNANDES, C. DE F. Doenças do cafeeiro . Em: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2015. v. 1p. 281–304.

MARCOLAN, A. L. et al. Manejo Nutricional . Em: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília : Embrapa, 2015. v. 1p. 177–194.

MATIELLO, J.; ALMEIDA R GARCIA, S. A.; AGRS MAPA, E. Cercospora negra associada à deficiência de fósforo em cafeeiros. 2009.

MORAES, M. S. et al. Adaptability and stability of Coffea canephora Pierre ex Froehner genotypes in the Western Amazon. **Ciência Rural**, v. 50, n. 1, p. 2020, 10 jan. 2020.

QUEIROZ, R. S. DE et al. CERCOSPORIOSE FOLIAR EM LAVOURA CAFEEIRA SOB CONDIÇÃO DE SEQUEIRO NO SUL DO AMAZONAS. Em: JASPER, M. (Ed.). **Aspectos Fitossanitários da Agricultura**. Atena Editora ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. p. 5–14.

RAMOS, J. B. et al. Screening coffee genotypes for brown eye spot resistance in Brazil. **PLOS ONE**, v. 17, n. 1, p. e0258822, 1 jan. 2022a.

RAMOS, J. B. et al. Quantification of cercosporin from coffee leaves infected by Cercospora coffeicola. **Australasian Plant Pathology 2022 51:4**, v. 51, n. 4, p. 429–432, 2 jun. 2022b.

ROCHA, R. B. et al. Melhoramento de Coffea canephora - considerações e metodologias . Em: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia** . Embrapa ed. Brasília : Embrapa, 2015. v. 1p. 101–122.

SILVA, F. J. et al. ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE E FERRUGEM EM CAFEEIRO FERTIRRIGADO. **Revista Ciência Agrícola**, v. 18, n. 3, p. 29–35, 21 dez. 2020.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; LIMA, I. DE M. Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon. Em: FERRÃO, R. G. et al. (Eds.). **Café Conilon**. Incaper ed. Vitória : Incaper, 2017. v. 2p. 435–473.

VIDOTTO, E. et al. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 385–400, 2007.

VILELA, M. S. et al. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on the incidence of brown eye spot in coffee crop in vegetative stage. **Tropical Plant Pathology**, 25 jul. 2022.