



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

CHARNIELE FREITAS DA COSTA

RELAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM A PRODUTIVIDADE DO CAFÉ
CANÉFORA (*Coffea canephora*) CLONAL EM CRUZEIRO DO SUL, ACRE

Cruzeiro do Sul
2024

CHARNIELE FREITAS DA COSTA

RELAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM A PRODUTIVIDADE DO CAFÉ CANÉFORA (*Coffea
canephora*) EM CRUZEIRO DO SUL, ACRE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Ciências Ambientais, da Universidade Federal do Acre
- Campus Floresta, para obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Vieira José

Coorientador: Prof. Dr. José Genivaldo do Vale Moreira

Cruzeiro do Sul
2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

C837r Costa, Charniele Freitas da, 1996 -

Relação de variáveis climáticas com a produtividade do café canéfora (*Coffea canephora*) em Cruzeiro do Sul, Acre / Charniele Freitas da Costa; orientador: Prof. Dr. Jefferson Vieira José, coorientador: Prof. Dr. José Genivaldo do Vale Moreira. – 2024.
51 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Cruzeiro do Sul, 2024.

Inclui referências bibliográficas.

1. Café – Produção – Cruzeiro do Sul - Acre. 2. Sustentabilidade. 3. Climatologia. I. José, Jefferson Vieira (orientador). II. Moreira, José Genivaldo do Vale (coorientador). III. Título.

CDD: 363.7

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11º/1003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROF. JOSE GENIVALDO DO VALE MOREIRA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Titulo da dissertação: Relação de variáveis climáticas com a produtividade de café canéfora (*Coffea Canephora*) clonal em Cruzeiro do Sul, Acre

Autor: Charniele Freitas da Costa

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Vieira José

Dissertação aprovada como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Banca Examinadora:

Dr. Jefferson Vieira José
Orientador - Presidente

Dr. Kléber Andolfato de Oliveira
Membro Examinador

Dr. Luan de Oliveira Nascimento
Membro Examinador

Dr. Giordano Bruno da Silva Oliveira
Membro Examinador

Data da aprovação: 19 de março de 2024



Documento assinado eletronicamente por **Jefferson Vieira Jose, Professor do Magisterio Superior**, em 17/04/2024, às 17:07, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luan de Oliveira Nascimento, Usuário Externo**, em 17/04/2024, às 19:43, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Giordano Bruno da Silva Oliveira, Usuário Externo**, em 17/04/2024, às 20:55, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Kleber Andolfato de Oliveira, Professor do Magisterio Superior**, em 19/04/2024, às 12:09, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ufac.br/sei/valida_documento ou clicar no link [Verificar Autenticidade](#) informando o código verificador **1241723** e o código CRC **8DB92CFE**.

Referência: Processo nº 23107.022955/2022-49

El nº 1241723

S

Dedico este trabalho a minha família que é meu porto seguro, aos amigos e a todas as pessoas que foram responsáveis para que esse momento chegasse.

AGRADECIMENTOS

A Deus único e soberano pela saúde, coragem e consolo concedido a mim para que pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

Aos meus pais Maria Soares de Freitas (*in memoriam*) que sempre foi uma grande incentivadora para realização dos meus sonhos e Raimundo Lázaro Vieira da Costa por não deixar de prover o necessário para que eu tivesse acesso à educação.

Aos meus irmãos Antônio Charles, Madio Vieira, Antônio Magno, mas de forma especial as minhas duas irmãs Charliana Freitas e Maria Cristiana por terem sido o amparo, as maiores incentivadoras e sonhadoras dessa conquista juntamente comigo e que em nenhum momento mediram esforços para que esse objetivo fosse alcançado, além de terem sido meu colo amigo nos momentos de dúvidas e incertezas, meu muito obrigada!

Aos meus amigos Raissa Coelho, Luan Nascimento, Ana Paula Moura, Veriton Costa, Anderson Damasceno, Maria Júlia, Valdeneide, Silvana Daniel, Lauanny e Paulo Henrique por tornarem a caminhada mais leve e dividirem o fardo comigo.

Ao Erbeson Brito, Giordano Bruno e Cláudio Clemente pelos conselhos, ajuda, apontamentos e incentivo para a conclusão de mais essa etapa.

Ao meu orientador e agora coorientador professor Dr. José Genivaldo pela paciência, contribuição e apoio, por ter aceitado esse desafio de me orientar e por me conduzir para que esse trabalho tivesse êxito.

Ao professor Dr. Leonardo Barreto Tavella pela colaboração e disposição dos dados de produtividade do cafeeiro, muito obrigada!

Ao meu orientador Jefferson Vieira por aceitar esse desafio de orientação.

A todo corpo docente da Universidade Federal do Acre, *Campus Floresta*, mas de forma especial aos meus queridos mestres Kleber Andolfato, Sonaira Souza, Kelly Leite e Edson Araújo por todo o conhecimento trocado.

A Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Sul, pela liberação para que eu pudesse concluir o mestrado.

“É justo que muito custe o que muito vale”

Santa Tereza D’Ávila

RESUMO

Desenvolver uma agricultura sustentável tem se tornado uma alternativa e um desafio ao longo dos anos, atrelado a isso, o estudo da correlação das variáveis climáticas e como estas influenciam na atividade agrícola tem se intensificado, objetivando a melhoria dos conhecimentos necessários para uma produção de maneira cada vez mais sustentável. Objetivou-se averiguar possíveis correlações entre a variabilidade climática e a produtividade do café Conilon (*Coffea canephora*) no município de Cruzeiro do Sul, Acre. O estudo foi conduzido na área experimental do *Campus* Floresta, da Universidade Federal do Acre. Os dados de precipitação utilizados foram dos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022, obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Para a produtividade do cafeeiro foram usadas as séries temporais da safra de 2019 a 2022, obtidas do plantio de café no *Campus* Floresta. Foram utilizadas técnicas gráficas e estatística descritiva convencional (média e coeficiente de variação) para explorar o comportamento anual das variáveis climáticas e a produtividade do cafeeiro em Cruzeiro do Sul. O resultado da análise dos dados, indicou que os meses de outubro até abril, dos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022, possuíram as maiores taxas de precipitação na região. Em relação a produtividade observou-se uma oscilação na produção de cada cultivar ao longo do tempo e de acordo com a distribuição de chuvas. O BRS 2357 apresentou durante dois anos consecutivos (2020 e 2021) a menor média de produtividade em relação aos demais. A cultivar BRS 3137 foi a que apresentou a maior produtividade na segunda safra que ocorreu em 2020, chegando a 161 sacas no período. Diante disso, pode-se afirmar que a precipitação exerce uma influência direta na produtividade do cafeeiro.

Palavras-chave: produção, sustentabilidade, climatologia

ABSTRACT

Developing sustainable agriculture has become an alternative and a challenge over the years, linked to this, the study of the correlation of climate variables and how they influence agricultural activity has intensified, aiming to improve the knowledge necessary for production in a sustainable way. increasingly sustainable. The objective was to investigate possible correlations between climate variability and productivity of Conilon coffee (*coffea canephora*) in the municipality of Cruzeiro do Sul, Acre. The study was conducted in the experimental area of the Campus Floresta, at the Federal University of Acre. The precipitation data used were from the years 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 and 2022 obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) and the National Agency for Water and Basic Sanitation (ANA). For coffee productivity, the series were used seasonal data from the 2019 to 2022 harvest, obtained from coffee planting on Campus Floresta. Graphic techniques and conventional descriptive statistics (mean and coefficient of variation) were used to explore the annual behavior of climatic variables and coffee productivity in Cruzeiro do Sul. Data analysis showed for the years 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 and 2022 that the period with the highest rainfall in the region runs from October to April. In relation to productivity, there is a fluctuation in the production of each cultivar over time and according to the distribution of rainfall. BRS 2357 presented the lowest average productivity in relation to the others for two consecutive years, 2020 and 2021. The BRS 3137 cultivar was the one with the highest productivity in the second harvest that took place in 2020, reaching 161 bags that year. Precipitation directly influences coffee productivity.

Keywords: production, sustainability, climatology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Cruzeiro do Sul, AC (Fonte: Costa, 2022).....	26
Figura 2: Média da produtividade do café conilon clonal em (sacas.ha ⁻¹) nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 no município de Cruzeiro do Sul, AC.....	29
Figura 3: Precipitação (mm) nos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022 na cidade de Cruzeiro do Sul, AC.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (ANAVA) para as variáveis cultivar e ano, no município de Cruzeiro do Sul, AC.....	30
Tabela 2 – Teste de Shapiro-Wilk para verificação de normalidade dos resíduos.....	30
Tabela 3 – Média de produtividade de café clonal nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	31
Tabela 4 - Teste de normalidade dos resíduos para as variáveis cultivar e ano em Cruzeiro do Sul, AC.....	33
Tabela 5 – Resumo da Análise de variância (ANAVA) para as cultivares dentro das safras de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	34
Tabela 6 – Desdobramento da cultivar BRS 1216 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	34
Tabela 7 – Desdobramento da cultivar BRS 2299 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	35
Tabela 8 – Desdobramento da cultivar BRS 2314 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	35
Tabela 9 – Desdobramento da cultivar BRS 2336 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	36
Tabela 10 – Desdobramento da cultivar BRS 2357 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	36
Tabela 11 – Desdobramento da cultivar BRS 3137 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	37
Tabela 12 – Desdobramento da cultivar BRS 3193 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	37

Tabela 13 – Desdobramento da cultivar BRS 3210 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	37
Tabela 14 – Desdobramento da cultivar BRS 3213 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	38
Tabela 15 – Desdobramento da cultivar BRS 3220 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fases fenológicas do cafeeiro (Fonte: CAMARGO E CAMARGO, 2011)	24
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UFAC	Universidade Federal do Acre
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
TSM	Temperatura da Superfície do Mar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS.....	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1. SISTEMAS ATMOSFÉRICOS E A RELAÇÃO COM O CULTIVO DO CAFÉ	20
3.2. ASPECTOS GERAIS DA CAFEICULTURA	23
3.2.1. Produção de café no Brasil	23
3.2.2. Produção de café no Acre	24
3.3. FENOLOGIA DO CAFÉ.....	25
3.4. AGRICULTURA NA AMAZÔNIA	26
4. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	28
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	28
4.2. CONDUÇÃO DO PLANTIO.....	29
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	44
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades mais importantes da cadeia produtiva, se tornando assim muito dependente das condições naturais (clima e solo) pois estes controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (FERNANDA et al., 2008).

A intervenção antrópica ao ambiente vem acontecendo ao longo do tempo, acarretando assim numa possível degradação, entretanto, esse conceito ainda não está bem definido, para uns, qualquer intervenção do ser humano na floresta representa uma degradação. Para outros, somente a partir de determinados limites a intervenção antrópica passa a ser considerada fonte de degradação (FERREIRA et al., 2015).

Desenvolver uma agricultura sustentável tem se tornado uma alternativa e um desafio ao longo dos anos (EHLERS, 2017) atrelado a isso, o estudo da correlação das variáveis climáticas e como estas influenciam na atividade agrícola tem se intensificado ao longo do tempo, objetivando a melhoria dos conhecimentos necessários para uma produção de maneira cada vez mais sustentável, buscando uma maior eficiência nas áreas já agricultáveis, não sendo mais necessário a abertura de novas (SILVA, 2020).

Os fatores climáticos, geológicos, pedológicos, fitoecológicos, geomorfológicos e hídricos estão associados com a posição geográfica e condiciona uma grande complexidade ambiental. Estes vários ambientes abrem condição para que surjam características ambientais diferentes ao longo do tempo, alterando assim as repostas do ambiente quanto as variáveis climáticas (SOUZA et al., 2013).

Altitude, longitude, massas de ar e vegetação, são elementos que influenciam diretamente sob o clima de determinada região. Estes fatores atuam como agentes causais e condicionam os elementos climáticos, além de caracterizar o estado da atmosfera em que podem ser medidos, como a radiação solar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, pressão e precipitação, estas variáveis são utilizadas para descrever as condições atmosféricas em um local e instante determinados (ESTER; PIEPER; PINHEIRO, 2020).

A precipitação é uma das variáveis mais importantes, pois é a responsável por processos como inundações, enxurradas, enchentes e outros. Influencia diretamente sobre a sociedade, tanto econômica quanto social, nas atividades como geração de energia, atividades agrícolas e industriais, além de estar associada, muitas vezes, aos

eventos extremos (SILVA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2021).

As variáveis climáticas influenciam no desenvolvimento das plantas, no cafeeiro por exemplo, algumas adversidades climáticas destacam-se: como o granizo, veranico, ventos fortes, geadas, chuva excessiva e chuva no período da colheita, essas condições podem resultar em redução de produtividade, apesar destes efeitos dependerem diretamente da duração e da intensidade destes eventos climáticos e do estágio fenológico em que a planta se encontra (MEIRELES et. al, 2009).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a variabilidade climática e a produtividade do café Conilon (*Coffea canephora*) no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a relação entre a variabilidade climática e a produtividade do café Conilon (*Coffea canephora*) no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os impactos da variabilidade climática na produção do cafeeiro dentro das suas fases fenológicas;
- Apresentar e analisar os dados de produtividade das cultivares de café;
- Apresentar dados de precipitação e relacionar com a produtividade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. SISTEMAS ATMOSFÉRICOS E A RELAÇÃO COM O CULTIVO DO CAFÉ

O estudo dos elementos climáticos tem se tornado cada vez mais importante devido à crescente necessidade da população em entender como as mudanças climáticas podem afetar suas vidas e as regiões em que vivem. Além disso, a manutenção do planeta é uma preocupação global, e a compreensão dos elementos climáticos é essencial para entender como as atividades humanas podem impactar o meio ambiente (PIEPER; PINHEIRO, 2020).

Altitude, longitude, massas de ar e vegetação são elementos climáticos que exercem uma forte influência sob o clima, podendo haver ou não interação entre esses. Um exemplo disso é que a temperatura diminui com a altitude, devido à diminuição da pressão atmosférica e à redução da concentração de gases de efeito estufa. Já a longitude determina a posição de um local em relação ao sol e à circulação atmosférica global (MENDONÇA, 2017).

Os fatores condicionam os elementos climáticos, e são utilizados como grandezas variáveis que caracterizam o estado da atmosfera que podem ser medidos, como umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade e direção do vento, pressão e precipitação, sendo estes as variáveis utilizadas para descrever as condições atmosféricas em local e instante determinados (PIEPER; PINHEIRO, 2020).

Mudanças climáticas ocorridas ao longo do tempo contribuem na manifestação de eventos extremos com maior frequência (IPCC, 2012). Arelado a isso, a elevação da temperatura média do planeta pode acelerar o ciclo hidrológico devido ao aumento da evaporação, transportando assim, maior vapor de água para a atmosfera, favorecendo o aumento na magnitude e frequência dos eventos extremos da precipitação (TRENBERTH et al., 2007; SHOURASENI; ROBERT, 2004; SANTOS, 2019).

Os padrões oceano-atmosfera que estão associados ao ciclo do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico influenciam a variabilidade do regime hídrico da Amazônia (NOBRE; SHUKLA, 1996; SOUZA et al., 2000). O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) ocorre através da interação entre oceano-atmosfera, resultando em aquecimento (El Niño) e em resfriamento (La Niña) da temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico Tropical. Essas anomalias de

temperatura causam uma mudança nos padrões da circulação atmosférica, pois afetam o padrão da célula de Walker e, com isso, também os padrões de vento e chuva nas regiões tropicais e latitudes médias (CPTEC/INPE, 2017).

A floresta amazônica desempenha um papel crucial no clima da América do Sul por seu efeito no ciclo hidrológico regional. A floresta interage com a atmosfera para regular a umidade no interior da bacia. A umidade é transportada para a região amazônica pelos ventos alísios provenientes do Atlântico tropical. O clima da região é influenciado pelos padrões oceano-atmosfera, associados ao ciclo do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico e as fases do gradiente meridional inter-hemisférico de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o Oceano Atlântico Intertropical (NOBRE; SHUKLA, 1996; SOUZA et al., 2000).

O El Niño, se caracteriza pelo aquecimento das águas superficiais na porção central e leste do oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, especificamente na costa do Peru.

O La Niña já é representado pelo resfriamento atípico das águas do Pacífico Equatorial, durante o evento, há uma mudança na circulação atmosférica global, afetando assim, a distribuição de chuvas e temperaturas nas regiões tropicais e um aquecimento nas regiões polares (COSTA; SCHEER, 2015). Geralmente, o La Niña ocorre em intervalos de 2 a 7 anos, com duração de 9 a 12 meses, com alguns poucos episódios que persistem por mais de 2 anos (HIGUCHI, et. al, 2011).

Durante os episódios do El Niño, a convecção atmosférica aumenta porque a TSM do oceano Pacífico Equatorial Central e Leste fica mais quente que o normal, enquanto no Pacífico Oeste se esfria acarretando convecção e precipitação reduzidas (DUTRA, 2017).

A TSM no oceano Pacífico apresenta a variabilidade interanual do ciclo ENOS na faixa equatorial do Pacífico, e a variabilidade interdecenal apresenta padrões espaciais de TSM similares, a sua configuração do padrão espacial para TSM estende-se para latitudes fora do cinturão equatorial e é relativamente mais intenso sobre latitudes extratropicais do Pacífico Norte (ANDREOLI; KAYANO, 2007). A chuva é a precipitação de gotas de água com diâmetro igual ou superior a 0,5 mm (DAVIE, 2008; MOURA, 2012). A determinação da intensidade da precipitação no espaço e no tempo influencia na verificação e controle da escassez e inundação em áreas de interesse regional (CHIERICE; LANDIM, 2014).

A precipitação pluviométrica é uma das variáveis mais importantes pois

influencia atividades exercidas pelo homem, onde excesso (enchentes) ou escassez (secas) ocasionam danos socioeconômicos e ambientais significativos, além de auxiliar na tomada de decisão para um bom planejamento agrícola e gestão de riscos em eventos extremos que afetam a região (DINIZ, 2013). Demonstra variação no tempo e espaço e é influenciada por aspectos como localização geográfica, relevo e por outras diversas variáveis meteorológicas que incidem sobre o balanço de energia do planeta (ALVES et al., 2016).

As variáveis climáticas e hidrológicas têm forte influência sobre as regiões, no Vale do Juruá não é diferente. A Amazônia, bioma da área de estudo há a ação de sistemas frontais, localmente denominado de friagem que ocorre quando uma massa de ar frio e seco, de origem polar, avança sobre a região, substituindo o ar quente e úmido que estava presente.

Além disso, também ocorre a estiagem, fenômeno que resulta da diminuição das precipitações pluviométricas, do atraso ou da ausência do período chuvoso em um determinado lugar (FISH et al., 1998).

A seca, por exemplo, se caracteriza por ser uma estiagem prolongada e provoca uma redução das reservas hídricas existentes. Por outro lado, as estiagens quando comparadas às secas, caracterizam-se por sua menor intensidade e por ocorrerem durante períodos menores (PEREIRA et al., 2017).

As secas e estiagens têm forte influência sobre a região do Vale do Juruá, onde estão localizados grande parte dos plantios de café e influenciam diretamente nas fases fenológicas do cafeeiro, principalmente na fase de floração e granação dos frutos.

São seis as fases fenológicas do cafeeiro, a) vegetação e formação de gemas foliares, b) indução e maturação das gemas florais, c) florada, d) granação dos frutos, e) maturação dos frutos, f) repouso e senescência dos ramos terciários e quartenários (MEIRELLES et al., 2009).

A floração e granação dos frutos são os dois estádios reprodutivos que podem ser prejudicados com a ocorrência de estiagens. Na floração, a ocorrência após a florada faz com que haja menor pegamento dos frutos. Na granação, a estiagem faz com que aumente a presença de frutos chochos e/ou mal granados. Além disso, o crescimento vegetativo também pode ser prejudicado pela estiagem (DAMATTA et al., 2007; PEZZOPANE et al., 2010).

A fase vegetativa e a fase de maturação demandam uma precipitação média

em torno de 50-60 mm por mês, enquanto na floração e frutificação esse valor já é maior, variando de 100 a 150 mm por mês. Arelado a isso, o conhecimento da relação dessas variáveis com as culturas, especialmente sobre o café, pode interferir na eficiência da produtividade, fazendo com que haja a otimização das áreas já produtivas, sem que haja a necessidade da abertura de novas e consequentemente a degradação do meio ambiente (ROMEIRO, 2012).

3.2. ASPECTOS GERAIS DA CAFEICULTURA

3.2.1. Produção de café no Brasil

O café é um produto universal que ocupa posição de destaque na economia mundial quanto à geração de empregos e renda, tanto para os países produtores como consumidores (LEITE, 2011). O café foi introduzido no Brasil em 1727 e desde então tem se constituído em um dos produtos mais importantes no país, contribuindo na geração de empregos, produção de riquezas, diversificação agrícola e na fixação do homem no campo (FERRÃO et al., 2017).

O café é um arbusto perene pertencente à família Rubiaceae, que pode se adaptar bem em regiões tanto tropicais quanto subtropicais. Existem duas espécies mais conhecidas e produzidas mundialmente: o *Coffea arábica*, também conhecido como café arábica, que possui uma bebida mais suave com aroma e sabor mais pronunciados, podendo ser comercializado puro ou misturado com o *Coffea canephora* ou robusta.

Já o *Coffea canephora*, também chamado de café conilon ou robusta, é uma espécie de cafeeiro mais rústica e com maior potencial de produção, apresentando uma bebida mais neutra e amargor mais pronunciado, além de possuir maior teor de cafeína e sólidos solúveis. Geralmente, é utilizado em misturas (blends) com o arábica e na fabricação de cafés solúveis (FERRÃO, M. et al., 2007; MERLO, 2012).

O café da espécie *Coffea canephora*, é originário da Guiné na Bacia do Congo, tendo uma ampla distribuição geográfica em vários países do continente africano. Apresenta como características: fecundação cruzada, com mecanismo de autoincompatibilidade genética, tolerante a várias doenças e rústico visto que se adapta melhor em condições edafoclimáticas tropicais de baixa altitude e temperaturas mais elevadas (CHEVALIER, 1944; CHARRIER; BERTHAUD, 1988; FERRÃO, et al., 2007; MERLO, 2012).

Diferentemente de *Coffea arábica*, o *Coffea canephora* se caracteriza por apresentar um porte arbustivo e caule lenhoso, com folhas maiores e com coloração verde menos intensa que as de *Coffea arábica*. As flores são brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar.

Os frutos, apresentam formato e número variável em decorrência do material genético. São mais resistentes às condições adversas como estiagens prolongadas e ao déficit hídrico, além de apresentarem maior teor de cafeína e sólidos solúveis nos grãos (FERRÃO et al., 2017).

Na região Norte, Rondônia é o maior produtor com 170.594 toneladas, seguido pelo Acre com uma produção de 2.490 toneladas (IBGE, 2021). No estado do Acre a atividade tem importância pelo potencial produtivo, sendo economicamente viável, e pela condição de agregação de valor ao produto, além da expressiva capacidade de geração de emprego no campo (LUNZ et al., 2018).

Na fase vegetativa do café é necessário que a água esteja disponível no solo para promover o crescimento dos ramos plagiotrópicos e, na fase reprodutiva, para desenvolver os frutos, culminando em produtividade nas áreas cultivadas. Na época de colheita e retorno ao período vegetativo a necessidade hídrica é bem menor, podendo o solo ficar mais seco, sem causar grandes prejuízos para a planta (do AMARAL et al., 2018).

A ocorrência de estiagem pode prejudicar o cafeeiro principalmente em dois estádios de reprodução: a floração e a granação dos frutos (RONCHI; DAMATTA, 2007; do AMARAL, 2018). No caso da floração a estiagem pode prejudicar o processo de pegamento do fruto, ou seja, haverá baixa taxa de formação.

Na fase de granação a ocorrência de estiagem estimulará a formação de frutos chochos e mal granados. Além desses dois estádios altamente prejudicados pela estiagem, também poderão ocorrer problemas no crescimento vegetativo do cafeeiro, ocasionando menor potencial produtivo das plantas e menor incremento dos nós produtivos para a próxima safra (DAMATTA et al., 2007; PEZZOPANE et al., 2010).

3.2.2. Produção de café no Acre

O cultivo de café no Acre vem ganhando destaque ao longo dos anos. A região onde o cultivo está mais localizado é na região do Alto Acre como Acrelândia, município que mais produz no estado atingindo 1.800 toneladas no ano de 2023, já na região do Vale do Juruá, Mâncio Lima vem ganhando destaque na quantidade de

café clonal em campo e na produtividade que está em constante crescimento (IBGE, 2021). Arelado a isso, Souza e Oliveira (2018) afirmam que as regiões de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, apresentam aptidão térmica e hídrica, com pequeno risco climático para o cultivo do café Conilon (*Coffea canephora*).

No estado do Acre em 2021, o café conilon respondeu por cerca de 98% da produção de café, com 2.490 toneladas colhidas em uma área de 1.062 hectares, com produtividade média de 2.345 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2021).

Os plantios de café no Acre estão localizados principalmente nos municípios de Acrelândia, Brasiléia e Manoel Urbano, com cerca de 500, 150 e 100 hectares de área cultivada, respectivamente (IBGE, 2021).

Apesar da crescente importância social e econômica e também, da expansão de novos plantios, a cafeicultura ainda se torna pouco competitiva na região devido às deficiências estruturais, logísticas e o baixo nível de adoção de tecnologias que ainda existem entre os produtores de café (ALVARES et al., 2018).

3.3. FENOLOGIA DO CAFÉ

O café sofre um evento comum chamado de bienalidade que é a oscilação de produção em anos consecutivos, isso ocorre ao fato de as folhas serem fontes de elementos fotossintetizados, enquanto os tecidos em crescimento agem como drenos. Assim, o cafeeiro possui uma ação balanceadora da partição desses elementos entre as relações fonte-dreno, pois a fase reprodutiva e a fase de crescimento vegetativo, para o ano seguinte, ocorrem simultaneamente (BARROS, 1997).

Nos anos onde a produção está em alta, a planta direciona os elementos para a formação e crescimento dos frutos, reduzindo assim, a formação de novos brotos vegetativos. Já em anos de baixa produção, os elementos fotossintetizados são direcionados para a formação de novas gemas vegetativas e, sendo assim, para novos ramos.

O crescimento de novos ramos depende da quantidade de frutos desenvolvidos nos ramos do ano anterior, e os volumes de produção são proporcionais ao número de nós ou gemas formadas na estação vegetativa anterior (FAHL et al., 2003).

O crescimento da parte aérea que compreende o crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, formação de nós, expansão foliar etc., geralmente ocorre de forma lenta no outono-inverno, um período seco e frio, além de dias curtos. Já na

primavera-verão, onde ocorre o início do período chuvoso e aumento das temperaturas e do comprimento do dia, esse crescimento é rápido. Exceto nas regiões equatoriais (CANNEL, 1976, citado por RONCHI; DAMATTA, 2007; PARTELLI, 2016).

A floração, uma das fases mais importantes para o café pode ser dividida em quatro fases: iniciação, diferenciação, período de dormência do botão floral e abertura da flor ou florada. Após a iniciação e diferenciação, a gema seriada, que poderia dar origem a um ramo ou a uma inflorescência, passa de vegetativa a reprodutiva, levando, irreversivelmente, à formação da inflorescência (RENA; BARROS, 2004).

1º ano fenológico		2º ano fenológico			
1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	4ª Fase	5ª Fase	6ª Fase
<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação e formação das gemas foliares - Dias longos <p>7 meses</p> <p>Set. Out. Nov. Dez Jan. Fev. Mar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indução e maturação das gemas florais - Dias curtos <p>ETP = 350 mm</p> <p>Abr. Mai. Jun. Jul. Ago</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Florada (após aumento do potencial hídrico das gemas) - Chumbinho e expansão dos frutos <p>Set. Out. Nov. Dez.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Granação dos frutos <p>ETP = 70 mm</p> <p>Jan. Fev. Mar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Maturação dos frutos <p>Abr. Mai. Jun.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Repouso e senescência dos ramos terciários e quartenários <p>Jul. Ago.</p>
Período vegetativo		Período reprodutivo			Autopoda

Quadro 1 Fases fenológicas do cafeeiro (Fonte: CAMARGO; CAMARGO, 2011).

3.4. AGRICULTURA NA AMAZÔNIA

A Amazônia é uma região com uma biodiversidade única, com a maior floresta tropical do mundo e uma rica diversidade de espécies animais e vegetais.

A agricultura na Amazônia tem sido historicamente baseada em práticas de subsistência, como a agricultura de corte e queima, em que se desmata uma área para plantar e depois a deixa descansar por alguns anos, permitindo que a vegetação se recupere. No entanto, nos últimos anos, tem havido um aumento da agricultura comercial na região, principalmente para a produção de soja, carne bovina e biocombustíveis (ARAUJO; PONTE, 2016).

Os sistemas agroflorestais são utilizados como alternativa para atingir o

desenvolvimento sustentável. Constituem parte das diretrizes de desenvolvimento rural sustentável por terem potencial de serem implantados em diversos tipos de solo, inclusive em áreas degradadas, reincorporando-as ao processo produtivo e minimizando o desmatamento sobre florestas primárias (GANDARA; KAGEYAMA, 2000).

O desmatamento para a criação de áreas agrícolas e pastagens pode levar à perda da biodiversidade, à degradação do solo e a emissões de gases de efeito estufa. Além disso, há preocupações sobre o uso de agrotóxicos e o impacto da agricultura na saúde das comunidades locais (CAMPAGNOLLA et al., 2022).

As áreas degradadas por atividades humanas ou desastres naturais, como mineração, desmatamento, queimadas e erosão do solo, são utilizadas para o plantio de café, pois esta é uma prática importante na recuperação destas. O plantio de café nessas áreas ajuda a restaurar a fertilidade do solo, aumentar a cobertura vegetal e contribuir para a conservação da biodiversidade local com o uso dos sistemas agroflorestais (RAMIRES, 2018; MARTINS et al., 2019).

Além disso, o cafeeiro cultivado dentro do sistema agroflorestal utiliza a adubação verde oriunda desse sistema, onde incorpora-se, ou deixa sobre o solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local, com a finalidade de preservar e, ou, restaurar a produtividade das terras já agricultáveis (ZAMPIERI et al., 2021).

4. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na área experimental do *Campus Floresta*, da Universidade Federal do Acre, localizado nas coordenadas geográficas de latitude ($7^{\circ}33'31,2''\text{S}$ e $72^{\circ}43'01,2''\text{W}$), no município de Cruzeiro do Sul, situado na mesorregião Vale do Juruá, que abrange, adicionalmente, os municípios de Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo.

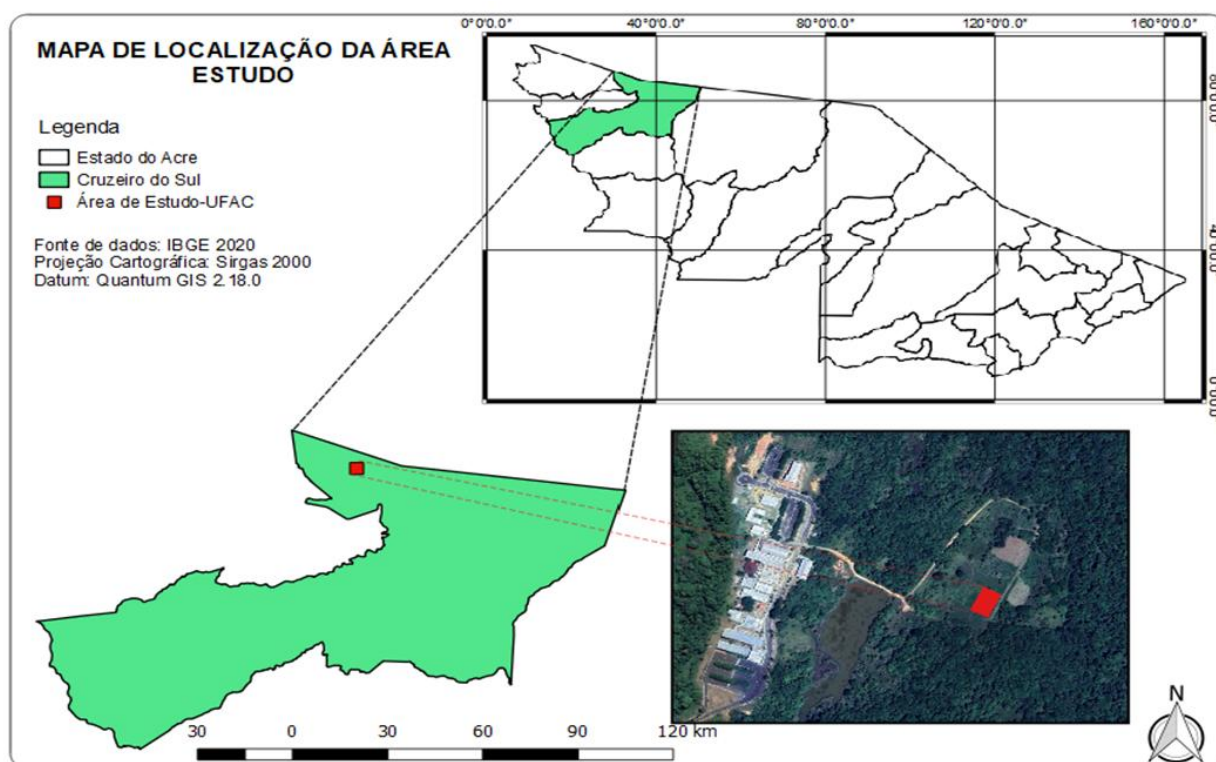


Figura 1 – Localização da cidade de Cruzeiro do Sul, AC (Fonte: Costa, 2022)

Cruzeiro do Sul é a segunda cidade mais populosa do estado do Acre, com cerca de 90 mil habitantes e extensão territorial de 8.783,470 km² (IBGE, 2022). O clima predominante na região é classificado, segundo Köppen, como equatorial quente e úmido (Af), com temperatura média anual de aproximadamente 24,5 °C e precipitação média anual de 2.000 mm (MOREIRA et al., 2016; MOREIRA et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Baseando-se na climatologia dinâmica e no ritmo de massas de ar, Nimer (1979) destaca a influência da temperatura e da umidade na diversidade climática. Na

região onde aconteceu o estudo, observa-se o tipo climático Equatorial Quente, com média diária de temperatura superior a 18 °C em todos os meses, e com distribuição de umidade do tipo super úmido a subseco.

Essa região é dividida em dois períodos, um mais seco (maio a setembro) e um período mais chuvoso (outubro a abril), tendo uma precipitação média anual de 2.000 mm e média mensal de 60 mm (MOREIRA et al., 2019; SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021).

Neste estudo, foi adotado o modelo de Nimer como base, visando a integração de métodos tradicionais e dinâmicos para uma compreensão mais aprofundada das complexas relações ecológicas presentes na biodiversidade brasileira (NIMER, 1979). Notavelmente, entre as três zonas de variação de umidade identificadas, destaca-se a região de Cruzeiro do Sul, que apresenta a mais ampla distribuição de umidade.

A análise de solo da área experimental, antes da correção e adubação apresentou os seguintes atributos químicos: pH = 4,7 (H₂O); MO = 18,43 g dm⁻³; P = 3,85 mg dm⁻³; K = 0,12 mg dm⁻³; Ca = 0,06 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,26 cmol_c dm⁻³; Al = 1,38 cmol_c dm⁻³; H = 2,39 cmol_c dm⁻³; SB = 0,45 cmol_c dm⁻³; CTC = 4,23 cmol_c dm⁻³; V% = 9,52.

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para avaliar a produtividade do cafeeiro, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados (DBC), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por cinco plantas, sendo as três plantas centrais a área útil da parcela.

Os tratamentos consistiram na utilização de dez clones de café: BRS 2336, BRS1216, BRS 3137, BRS 3210, BRS 2357, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3213, BRS 3193, BRS 2299.

4.3. CONDUÇÃO DO PLANTIO

O plantio dos cafeeiros na área experimental do *Campus* Floresta da Universidade Federal do Acre, foram plantados através de uma colaboração com a Embrapa Rondônia, que tinha como propósito principal, estudar e avaliar a sua adaptação ao clima da região.

O experimento foi implantado em fevereiro de 2017, utilizando um espaçamento de 3x1. As covas foram abertas manualmente com as dimensões de 40x40x40 cm. Simultaneamente foi realizada a calagem na cova de plantio, sendo aplicado a dose de 90 gramas de calcário (PRNT 85%) por cova, conforme necessidade evidenciada pela análise de solo.

Durante a abertura das covas, procedeu-se também com a adubação fosfatada de plantio, na dose de 200 gramas de superfosfato triplo por cova. Tanto o calcário, quanto o adubo fosfatado, foram homogeneizados ao solo e logo após, devolvidos à cova de plantio. O transplântio das mudas ocorreu no dia 15 de fevereiro de 2017.

A adubação com potássio e nitrogênio ocorreu 45 dias após o transplântio, seguindo as recomendações de Marcolan et al., (2015): 1º ano – 40g de P_2O_5 , 32g N, 16g K_2O . 2º ano – 90kg P_2O_5 , 300kg N e 270kg K_2O . A adubação de 2º ano foi feita almejando a produtividade de 70-80 sacas ha^{-1} de café beneficiado.

Após o estabelecimento da lavoura e a condução dos cafeeiros, os cuidados culturais seguiram as orientações do manual "Café na Amazônia" (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015), incluindo o coroamento das mudas e a roçagem das entrelinhas conforme fosse necessário no local. Além disso, aproximadamente 90 dias após a implantação, foi realizada a poda apical das mudas, que envolveu a remoção da gema apical para promover o crescimento de ramos ortotrópicos (ESPINDULA et al., 2015).

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a pesquisa em questão, a variável climática considerada foi a precipitação. Foram utilizadas séries temporais dos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022, obtidas tanto do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) quanto da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Para analisar a produtividade do cafeeiro na cidade de Cruzeiro do Sul, foram utilizadas as séries temporais das safras de 2019 a 2022, provenientes do cultivo de café no *Campus Floresta*.

Foram empregadas técnicas gráficas e estatísticas descritivas convencionais, como média e coeficiente de variação, para investigar o padrão anual da variável climática e a produtividade dos cafeeiros em Cruzeiro do Sul.

Os dados foram organizados em tabelas e submetidos aos requisitos da análise de variância, bem como ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos erros

e ao teste de Cochran para verificar a homogeneidade das variâncias. Estes procedimentos foram conduzidos utilizando a planilha do Microsoft Excel 2019. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F), seguido pela comparação das médias através do teste de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando o software estatístico R.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANAVA) revelou uma diferença significativa na interação entre as variáveis cultivar e ano ($p < 0,05$, pelo Teste F), indicando uma dependência entre esses dois fatores, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Resumo da análise de variância (ANAVA) para as variáveis cultivar e ano, no município de Cruzeiro do Sul, AC.

	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Bloco	159	1457076.11	9164.00067	1160.1904	0
Cultivar	9	86847.31	9649.70153	1221.6816	0
Ano	3	22217.18	7405.72745	937.5876	0
Cultivar*Ano	27	49798.98	1844.40684	233.5075	0
Ad vs Fatorial	1	71405.43	71405.42853	9040.1446	0
Resíduo	6360	50235.76	7.8987		
Total	6559	1737580.78			
CV= 1,92%					

O teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) apresentou diferença significativa entre as cultivares, como mostra a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 Teste de Shapiro-Wilk para verificação de normalidade dos resíduos.

	GL	SQ	QM	FC	Pr.Fc
Bloco	3	2409.605	803.2016	1,8729	0,138
Ano	3	22217.182	7405.7275	17,2683	0
Cultivar: ano 2019	9	51923,052	5769,2280	13,4524	0
Cultivar: ano 2020	9	42482.073	4720.2304	11.0064	0
Cultivar: ano 2021	9	22253.605	2472.6228	5.7655	0
Cultivar: ano 2022	9	19987.568	2220.8409	5.1784	0
Resíduo	117	50176.988	428.8631		
Total	159	211450.074	1329.8747		

Tabela 3 Média de produtividade de café clonal nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC

CULTIVARES	1ª SAFRA (2019)	2ª SAFRA (2020)	3ª SAFRA (2021)	4ª SAFRA (2022)
BRS 2336	156,24a	91,30bcd	103,27 ^a	83,98abc
BRS 1216	104,40b	112,39b	93,43ab	116,05a
BRS 3137	96,71b	161,07 ^a	72,50abc	82,0abc
BRS 3210	77,91bc	135,66ab	100,27 ^a	107,13ab
BRS 2357	72,47bc	52,03d	41,99c	76,05abc
BRS 3220	60,58bc	96,07bcd	40,49c	46,95c
BRS 2314	44,39c	58,83d	51,70bc	56,21c
BRS 3213	43,67c	94,79bcd	59,28abc	65,46bc
BRS 3193	37,01c	107,23bc	48,56bc	44,96c
BRS 2299	36,25c	62,91cd	45,39c	71,09abc

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No ano de 2019, o clone BRS 2336 se destacou com a maior média de produtividade, atingindo 156 sacas, o que o diferenciou estatisticamente das demais variedades. Por outro lado, as cultivares BRS 2314, 3213, 3193 e 2299 apresentaram as menores médias de produtividade, variando de 44 a 36 sacas, sem diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Em 2020 a cultivar que apresentou uma maior média de sacas.ha⁻¹ foi a BRS 3137, se destacando das demais com cerca de 161 sacas. Contudo, a cultivar BRS 3210 também manteve uma média considerável neste mesmo período, chegando a produzir 135 sacas. Cultivares como a BRS 2314 e 2357 foram as que apresentaram as menores médias de produtividade, variando de 58 a 52 sacas.

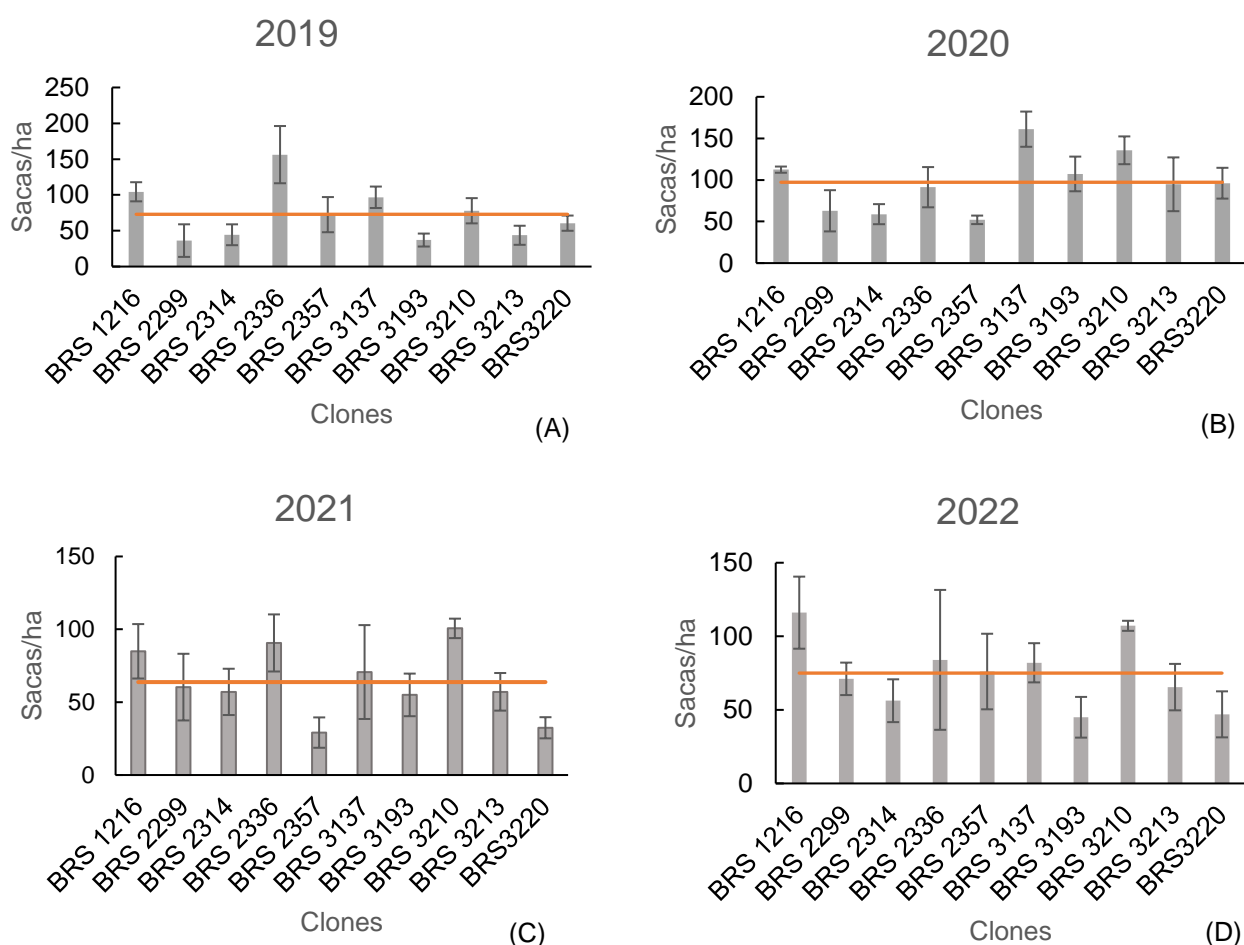
No ano de 2021, as cultivares mais produtivas foram as BRS 2336 e 3210, alcançando 103 e 100 sacas, respectivamente, diferindo-se estatisticamente das demais. Por outro lado, as cultivares BRS 2299, 2357 e 3220 tiveram as menores médias de produção, variando de 45 a 40 sacas. Cinco outras cultivares mantiveram uma produtividade oscilante entre 93 e 48 sacas.

O clone BRS2336 exibiu variações de produtividade entre os anos de 2019 e 2022, atingindo sua maior produtividade em 2019 (156 sacas), seguido por 2021 (103 sacas), 2020 (91,30 sacas) e 2022 (83 sacas). Esses números refletem claramente o fenômeno da bienalidade que afeta a planta.

O clone BRS1216 demonstrou sua excelente produtividade na safra de 2022, atingindo 116 sacas. Em 2020, obteve a segunda maior produção, com 112 sacas,

seguido de 2019, com a terceira maior produção de 104 sacas, e 2021, com 93 sacas.

A análise dos dados apresentou para a variável produtividade do café uma média total de 73 sacas.ha⁻¹ para o ano de 2019, 97,2 sacas.ha⁻¹ (2020), 63,8 sacas.ha⁻¹ (2021) e 75 sacas.ha⁻¹ (2022). A alternância na produtividade de um ano para o outro se dá devido a fenologia do cafeeiro que sofre um evento chamado bienalidade, onde em um ano ele é mais produtivo que o segundo ano, a planta precisa vegetar em um ano para produzir bem no ano seguinte (RODRIGUES et al.,



2014; ANDRADE et al., 2016).

Figura 2 Média da produtividade do café conilon clonal em (sacas.ha⁻¹) nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 no município de Cruzeiro do Sul, AC

Na primeira colheita realizada em 2019 (A), percebe-se que o clone mais produtivo foi o BRS 2336 com uma produtividade individual em torno de 156 sacas.ha⁻¹. Como principal característica, esse clone apresenta um ciclo de maturação mais tardio e um potencial produtivo acima de 120 sacas.ha⁻¹ (EMBRAPA, 2019).

O clone com a menor quantidade de sacas por hectare foi o BRS 2299, com uma média de rendimento de 36 sacas.ha⁻¹. Embora esse clone tenha um potencial produtivo alto, previsto para mais de 110 sacas.ha⁻¹ (EMBRAPA, 2019), o mesmo não conseguiu atingir seu máximo desempenho genético no ano de 2019.

O ano de 2020 (B) apresentou uma produtividade total média de 97,2 sacas.ha⁻¹, com destaque para o clone BRS 3137 que apresentou a maior quantidade de sacas.ha⁻¹ (161). Em contrapartida, o clone BRS 2357 apresentou o menor rendimento, com uma quantidade média de 52 sacas.ha⁻¹.

Conforme informações da Embrapa (2019), a variedade BRS 3137 se destaca por apresentar uma produtividade elevada, alcançando mais de 110 sacas.ha⁻¹, o que a torna uma opção diferenciada devido à sua rusticidade, boas características vegetativas e produtivas em áreas de sequeiro e solos com baixa fertilidade. A variedade BRS 2357 também possui um potencial produtivo acima 110 sacas.ha⁻¹.

No que diz respeito ao ano de 2021 (C), este apresentou uma média de produtividade total de 75 sacas.ha⁻¹. Com destaque para os clones BRS 2336 (103,27 sacas.ha⁻¹) e BRS 3220 (40,4 sacas.ha⁻¹), que obtiveram maior e menor produtividade respectivamente, para aquele mesmo ano.

No ano de 2022, a quarta colheita (D) registrou uma média total de 75 sacas. O clone BRS 1216 de destacou apresentando a maior média de sacas.ha⁻¹ (116,06), enquanto o BRS 3193 teve a menor média do ano (44,97).

Na Tabela 4, abaixo, encontram-se o Teste de Tukey e o teste de normalidade dos resíduos para as variáveis.

Tabela 4 Teste de normalidade dos resíduos para as variáveis 'cultivar' e 'ano' em Cruzeiro do Sul, AC.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	159	1457076.11	9164.00067	1160.1904	0
CULTIVAR	9	86847.31	9649.70153	1221.6816	0
ANO	3	22217.18	7405.72745	937.5876	0
CULTIVAR*ANO	27	49798.98	1844.40684	233.5075	0
Ad vs Fatorial	1	71405.43	71405.42853	9040.1446	0
Resíduo	6360	50235.76	7.8987		
Total	6559	1737580.78			

Tabela 5 Resumo da Análise de variância (ANAVA) para as cultivares dentro das safras de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	159	1457076.1072	9164.00067	1160.1904	0
CULTIVAR	9	86847.3138	9649.70153	1221.6816	0
BRS 1216	3	1204.9335	401.6445	50.8494	0
BRS 2299	3	3041.5944	1013.86479	128.3584	0
BRS 2314	3	479.7841	159.92803	20.2474	0
BRS 2336	3	12814.9247	4271.64158	540.8028	0
BRS 2357	3	3197.4505	1065.81682	134.9357	0
BRS 3137	3	19131.6663	6377.22209	807.3757	0
BRS 3193	3	12459.5331	4153.17771	525.8049	0
BRS 3210	3	6801.4055	2267.13518	287.0262	0
BRS 3213	3	5491.3506	1830.45021	231.7406	0
BRS 3220	3	7393.5244	2464.50813	312.0142	0
Ad vs	1	71405.4285	71405.42853	9040.1446	0
Fatorial					
Resíduo	6360	50235.7587	7.8987		
Total	6559	1737580.7754			

Abaixo encontram-se os dados sobre os desdobramentos dos níveis cultivares, que compreendem os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022, de acordo com Teste de Tukey.

Tabela 6 Desdobramento da cultivar BRS 1216 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 1216	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2022 a	116.0598
2020 a	112.3971
2019 b	104.4055
2021 c	93.43469

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para a cultivar BRS 1216, os anos de 2020 e 2022, que são respectivamente a segunda e quarta safra, apresentaram média de produtividade que não se diferiram estatisticamente. Contudo, as safras de 2019 e 2021 tiveram desempenhos distintos em relação à média de sacas colhidas, com 2019 alcançando uma média de 104 sacas e 2021 registrando 93 sacas. Observou-se que os anos em que obteve-se a maior média de sacas, a precipitação anual variou em torno de 207 a 212 mm por ano.

Tabela 7 Desdobramento da cultivar BRS 2299 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 2299	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2022 a	71.09077
2020 b	62.91065
2021 c	45.39652
2019 d	36.25416

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação ao cultivo da BRS 2299, o destaque em produtividade dessa cultivar, ocorreu no ano de 2022, com uma média de 71,09 sacas colhidas por hectare, na 4ª safra. Em contraste, o ano de 2020 registrou uma média de 62,91 sacas, apresentando diferenças estatisticamente significativas em relação aos anos de 2021 e 2019, que tiveram baixa produção.

Portanto, pode-se dizer que ocorreu um aumento gradual na produtividade ao longo dos anos, atingindo seu pico em 2022 e mantendo-se estatisticamente superior a cada ano anterior.

Tabela 8 Desdobramento da cultivar BRS 2314 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 2314	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2020 a	58.83857
2022 ab	56.21131
2021 b	51.70024
2019 c	44.39549

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Não houve diferença estatística significativa nas médias de produtividade da cultivar BRS 2314, para os anos de 2020 e 2022, apresentando respectivamente cerca de 58,83 e 56,21 sacas.

Os anos de 2021 e 2022 também não mostraram diferença significativa entre si. Por outro lado, 2019 registrou a menor média de produtividade, com 44,39 sacas colhidas.

Tabela 9 Desdobramento da cultivar BRS 2336 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC

BRS 2336	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2019 a	156.2474
2021 b	103.2707
2020 c	91.30088
2022 d	83.98631

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

A cultivar 2336 foi a que mostrou uma variação na produção ao longo dos anos, iniciando com 156 sacas em 2019, 103 sacas em 2021, 91,30 em 2020 e 83,98 em 2022, o que claramente demonstra o fenômeno de bienalidade na colheita.

Tabela 10 Desdobramento da cultivar BRS 2357 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 2357	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2022 a	76.0506
2019 a	72.47258
2020 b	52.03241
2021 c	41.99126

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Não houve diferença estatística na produtividade do clone BRS 2357 entre 2019 (76,05 sacas) e 2022 (72,47 sacas), primeira e última safras analisadas. Já em 2020 (52,03 sacas) e 2021 (41,99 sacas), houve diferença estatística em relação aos demais anos.

Tabela 11 Desdobramento da cultivar BRS 3137 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 3137	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2020 a	161.0766
2019 a	96.71612
2022 b	82.00238
2021 c	72.50962

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os anos de 2020 e 2019, não se diferiram estatisticamente em relação a produtividade, apresentando cerca de 161,07 sacas e 96,71 sacas, respectivamente. Já os anos de 2022 e 2021 foram anos que se diferiram estatisticamente dos demais, com a produtividade variando entre 82 e 72,5 sacas.

Tabela 12 Desdobramento da cultivar BRS 3193 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 3193	
Anos	Produtividade (sacas ha ⁻¹)
2020 a	107.2354
2021 b	48.56004
2022 b	44.96905
2019 c	37.0191

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No ano de 2020, o clone 3193 se destacou com uma média de 107,2 sacas, superando os anos anteriores. Em contrapartida, tanto em 2021 quanto em 2022, a produtividade não teve diferença estatística, apresentando números em torno de 48 e 44 sacas, respectivamente.

No ano de 2019, a primeira safra registrou uma produtividade inferior, resultando em 37 sacas colhidas.

Tabela 13 Desdobramento da cultivar BRS 3210 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 3210	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2020 a	135.662
2022 b	107.1321
2021 c	100.2792
2019 d	77.91485

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em 2020, o clone 3210 alcançou sua maior produtividade, com o total de 135 sacas colhidas. Já em 2022, obteve a segunda maior produtividade, com 107 sacas. No ano de 2021, a produção foi de 100 sacas, enquanto em 2019, durante a primeira safra, foram colhidas 77,91 sacas.

Tabela 14 Desdobramento da cultivar BRS 3213 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC

BRS 3213	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2020 a	94.79262
2022 b	65.46964
2021 c	59.28166
2019 d	43.67156

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

O ano de 2020 se destacou dos demais, alcançando uma produção de 94 sacas, seguido por 2022 com 65 sacas, 2021 com 59 sacas e 2019 com 43 sacas.

Tabela 15 Desdobramento da cultivar BRS 3220 para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 em Cruzeiro do Sul, AC.

BRS 3220	
Anos	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
2020 a	96.07825
2019 b	60.58267
2022 c	46.95298
2021 d	40.49616

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Para o clone 3220, 2020 foi o ano com a maior produção em comparação com as últimas 4 safras analisadas, alcançando cerca de 96 sacas. Em seguida, temos o ano de 2019 com 60 sacas, 2022 com 46 sacas e 2021 com 40 sacas.

Durante o ano de 2020, as maiores taxas de precipitação pluviométrica, ocorreram nos meses de janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, o que resultou na melhor produtividade para 6 clones de café analisados: BRS 3137, BRS 3210, BRS 3220, BRS 2314, BRS 3213, BRS 3193, apresentando uma média anual de precipitação em torno de 217 mm.

Segundo Silva e Barbosa (2021), a produtividade das culturas cultivadas em sistema de sequeiro está diretamente ligada às interações entre suas fases fenológicas e as variações anuais do clima e do tempo. Assim, as culturas que se desenvolvem nesse sistema dependem essencialmente da quantidade, distribuição e intensidade das chuvas para seu crescimento e desenvolvimento adequados.

Para melhor entendimento das informações acima citadas, segue abaixo um gráfico demonstrando a quantidade de chuvas que ocorreram no município de Cruzeiro do Sul, Acre, nos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022. Para a variável precipitação, percebe-se que houve uma variação das chuvas durante os meses do ano (Figura 3).

No ano de 2017, quando a lavoura de café foi implementada, o mês mais chuvoso foi janeiro, com 311,5 mm de precipitação, enquanto o mês mais seco foi julho, com apenas 53 mm de chuva. A variação na quantidade de chuva na Amazônia é causada pela distribuição das chuvas na região, que está diretamente relacionada à posição da Alta da Bolívia–AB, uma vez que a sua localização geográfica, possui variação intra-sazonal e interanual, associado com a convecção na região (BLACUTT et. al, 2015; VIEIRA, 2013).

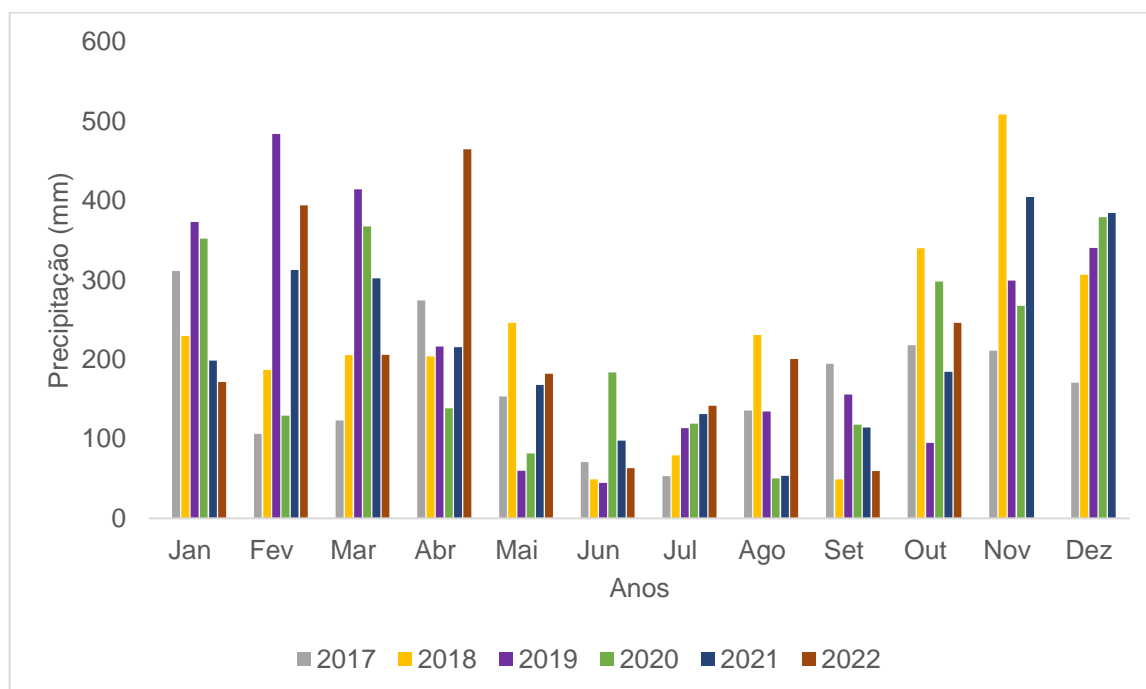


Figura 03 Precipitação (mm) nos anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022 na cidade de Cruzeiro do Sul, AC.

No ano de 2018, que marcou o final do primeiro ano fenológico do plantio, novembro se destacou como o mês com a maior quantidade de chuvas, totalizando 508,7 mm de precipitação. Neste período, o cafeeiro necessita de uma exigência hídrica maior, em decorrência do seu estágio reprodutivo, uma vez que nessa fase, entre setembro e dezembro, ocorre a formação dos grãos chumbinho e expansão dos frutos (CAMARGO; CAMARGO, 2011).

Já os meses de junho e setembro apresentaram os menores índices de precipitação, com média de 49 mm em ambos os meses.

Em 2019, o mês de maior índice de chuvas foi abril, atingindo 414,4 mm. Segundo Camargo et al. (2011), nesta época do ano, durante o segundo ciclo fenológico do cafeeiro, inicia-se o processo de maturação dos frutos, o que requer uma quantidade moderada de água no solo. Ao contrário do mês de abril, em junho foi registrado o menor índice de precipitação (44,8 mm), sendo que neste mês, geralmente finaliza-se a colheita dos grãos no segundo ano já maduros e inicia-se o processo de secagem deles.

Blacutt et. al (2015), quando descrevem o clima da região amazônica, afirmam que o período de chuvas ou forte atividade convectiva é compreendido entre os meses de novembro a março, sendo esse período conhecido inverno amazônico. Já o período de seca (onde não há uma grande atividade convectiva) ocorre entre os meses de maio e setembro. Abril e outubro são meses de transição entre um regime e outro.

Em 2020, ano da segunda colheita do cafeeiro os meses com as maiores precipitações foram janeiro, março e dezembro, com precipitação acima de 300 mm em cada mês. Já os meses com menos chuvas foram maio e agosto.

Durante o ano de 2021, os meses com as maiores quantidades de chuva foram fevereiro, março, novembro e dezembro, destacando-se em especial o mês de novembro com 404,4 mm de precipitação. Entretanto, ao contrário dos meses anteriormente citados, o período que compreendeu os meses de junho, julho, agosto e setembro, registrou a menor taxa de precipitação, sendo agosto mais uma vez o mês com menos chuva do ano, totalizando 53,4 mm.

No ano de 2022, não houve registros disponíveis sobre os dados de chuva, para os meses de novembro e dezembro. Os meses com maior quantidade de chuva foram fevereiro e abril, sendo abril o mês com maior volume registrado, com 464,7 mm. De maio a outubro, as precipitações foram menores, sendo que setembro foi o mês com menos chuva, totalizando 59,5 mm.

Percebe-se que para o ano em que houve uma maior precipitação, como o caso de 2019 (primeira safra), a média de produtividade ficou em torno de 73 sacas.ha⁻¹, 2020 apesar da baixa na precipitação (207,13 mm), foi um ano que apresentou uma alta média de produtividade entre os clones, com cerca de 97 sacas.ha⁻¹. 2021 apesar de ter um aumento na precipitação (213,98 mm) se comparado a 2020, foi um ano

que não apresentou uma boa produtividade, 63,8 sacas.ha⁻¹. 2022 com o aumento da precipitação (212mm), houve uma produtividade de 75 sacas, observando assim, um aumento na média. Isso se dá em torno da bienalidade do cafeeiro, além da distribuição das chuvas ao longo dos meses.

Moreira et. al (2018), afirma que o clima da Amazônia é influenciado por um sistema de interações complexo entre diferentes fenômenos meteorológicos, destacando-se a influência dos fenômenos ENOS, nos quais perturbações no pacífico tropical afetam o clima da região de forma semelhante à célula de Walker.

Durante episódios de El Niño com temperaturas da superfície do mar (TSM) elevadas no Pacífico tropical, há um enfraquecimento da célula e consequente redução da nebulosidade e da precipitação na região amazônica setentrional, central e oriental, favorecendo a ocorrência de secas e incêndios. Por outro lado, durante o La Niña, as condições são opostas, com aumento da precipitação e descarga fluvial (cheias dos rios).

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Com base na análise dos dados pluviométricos disponíveis para os anos de 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022, foi possível concluir que na região estudada, os meses de outubro a abril registraram os maiores volumes de precipitação.

A produtividade de cada cultivar variou ao longo do tempo, apresentando oscilações que estiveram correlacionadas com a distribuição das chuvas.

Durante dois anos consecutivos (2020 e 2021), o BRS 2357 registrou a menor média de produtividade em comparação com as demais cultivares.

Na segunda safra em 2020, a cultivar BRS 3137 se destacou pela sua alta produtividade, alcançando um total de 161 sacas colhidas no mesmo ano.

Os dados obtidos neste estudo evidenciam a influência direta da precipitação na produtividade do cafeeiro.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. T.; GONÇALVES, F. M.; NUNES, J. A. R., and BOTELHO, C. E. (2016). Statistical modeling implications for coffee progenies selection. **Euphytica**, 207, 177-189.
- ARAUJO, R. da C. de.; PONTE, M. X. 2016. Agronegócios na Amazônia: ameaças e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da região. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** ISSN 1677-6062.
- ALVES, J. O.; PEREIRA, P. C.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, J. M.S.; JÚNIOR, G. N. A. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico**, v.14, n.1, p.37-47, 2016.
- ANDREOLI, R.V., KAYANO, M.T. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia** p. 63-74, 2007.
- BARROS, I. **Produção das variedades Caturra e Mundo Novo de café em função do espaçamento, número de plantas por cova e condução das plantas**. Piracicaba, 1997. 82 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BLACUTT, L. A.; HERDIES, D. L.; de GONÇALVES, L. G. G.; VILA, D. A.; ANDRADE, M. Precipitation comparison for the CFSR, MERRA, TRMM3B42, and combined scheme datasets in Bolivia. **Atmospheric Research**, v. 163, p. 117-131, 2015.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CAMPAGNOLLA, C.; MACÊDO, M. M. C. Revolução Verde: passado e desafios atuais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 26, 2022.
- CAMARGO, A. P. de.; CAMARGO, M. B. P. de.; Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. 2001. **Agrometeorologia**. Campinas, São Paulo.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S., 2009. **Tempo e Clima no Brasil**. Ed. Oficina de Texto, São Paulo.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). El Niño e La Niña. Condições da última semana.

CHIERICE, R. A. F.; LANDIM, P. M. B. Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. **Geociências**, v. 33, n. 1, p.157-171, 2014.

COSTA, R. D. S., & SCHEER, M. A. P. D. S. 2015. Tríplice fronteira (AR/BR/PY): estudo da variabilidade climática, período de 1990 a 2013.

DAVIE, T. Fundamentos de hidrologia. Routledge, 2008.

DA SILVA, M. J. G., SARAIVA, F. A. M., DA SILVA, A. A. G., NETO, L. A. dos S., QUERINO, C. A. S., **Livro café da Amazônia**. Clima. Capítulo 2. 2015.

DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v.19, n.4, p.485-510. 2007.

De ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada. Scielo Brasil**. 2006.

DINIZ, J. M. T., Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba, **Holos**, v. 3, p. 171-180, 2013.

DO AMARAL, Eufraim Ferreira et al. Condições agroclimáticas para subsidiar cultivos do café canéfora no Acre. 2018.

DUTRA, Bárbara de Aguiar et al. Inundações e influência das variabilidades de baixa frequência nas regiões de Copiapó (Atacama, Chile) e Itajaí (Santa Catarina, Brasil). 2017.

EHLERS, E. **O que é agricultura sustentável**. Primeiros Passos. Editora Brasiliense, 2017. 62p.

ESTER, V.; PIEPER, P.; PINHEIRO, J. R. Análise dos elementos climáticos e suas influências em área agrícola na região norte de Mato Grosso. p. 69–82.

FAHL, J. I. et al. Avaliação de índices fisiológicos de produção para utilização em modelos de previsão de safra de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFES DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. v. 1, p. 60.

FERNANDA DA SILVA, D.; PRELA-PANTANO, A.; LIMA SANT' ANNA NETO, J. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do medio Paranapanema, São Paulo. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, 2008.

FERREIRA, J., BLANC, L., KANASHIRO, M., LEES, A. C., BOURGOIN, C., de FREITAS, J. V., GAMA, M. B., LAURENT, F., BONIFÁCIO, M., MOURA, N., d'OLIVEIRA, M. V., SOTTA, E. D., DE SOUZA, C. R., RUSCHEL, A. R., SCHWARTZ, G., ZWERTS, J., SIST, P. 2015. **Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.** Documentos 413. Degradação florestal na Amazônia: como ultrapassar os limites conceituais, científicos e técnicos para mudar esse cenário. 2015.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. 1998.

FERRÃO, R. G.; da FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de.; **Café conilon, Incaper.** 2ª edição. 2017. Espírito Santo.

GANDARA, F. B.; KAGEYAMA, P. Y. Sistemas agroflorestais: diversidade e dinâmica. In CONFERENCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINAMICA, 3., 1998, Piracicaba. A agroecologia em perspectiva: anais. Piracicaba: IBDR/GAOA/FEALQ, 1998. p. 186-189.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, F. G.; CHAMBERS, J. Q. 2011. A Floresta amazônica e a água da chuva. **Revista Floresta** 41: 427–434p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: FIELD, C. B.; BARROS, V.; STOCKER, T. F.; QIN, D.; DOKKEN, D. J.; EBI, K. L. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel

on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2012, 3-21p.

LEITE, A. D. **A economia brasileira: de onde viemos e onde estamos**. Elsevier, 2011.

LUNZ, A. M. P.; BERGO, C. L.; de SÁ, C. P.; de ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E. F. do.; LANI, J. L.; de MORAIS, J. R. da S. C.; de SOUZA, L. P.; MARTORANO, L. G.; de LIMA, M. N.; BARDALES, N. G.; FERREIRA, O.; Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora (*Coffea canephora*) no Acre. Embrapa. 2018.

MEIRELES, E. J. L.; CAMARGO, M. B. P. de; PEZZOPANE, J. R. M.; THOMAZIELLO, R. A.; FAHL, J. I.; BARDIN, L.; SANTOS, J. C. F.; JAPIASSÚ, L. B. J.; GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, R. A. Fenologia do cafeeiro: condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004-2005. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. 128 p.

MEIRELES, E. J. L.; VOLPATO, E. J. L.; CAMARGO, M. B. P.; CARAMORI, P. H.; FAHL, J. L.; BARTHOLO, G. F. **Café, agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. Cap. 21, p. 351-372.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, D. I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2017.

MONTOYA, A. A. D. V.; DE LIMA, A. M. M.; DA ROCHA, E. J. P.; PEREIRA FILHO, A. J. Conflitos pelo uso das águas no baixo rio tocantins: análise de tendências. **Boletim de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 14-30, 2018.

MOREIRA, S. de F.; da CONCEICAO, C. S.; CRUZ, M. C. S.; PEREIRA JUNIOR, A. A influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a dinâmica climática da região amazônica. **Revisões multidisciplinares**. 2018.

MOREIRA, J. G. V.; CRAVEIRO, R. L.; SERRANO, R. O. P.; FORMOLO, A. K. Temporal trend and frequency of maximum precipitations in Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. **Nativa**, v. 4, n. 2, p. 97-102, 2016.

MOREIRA, J. G. V.; AQUINO, A. P. V.; MESQUITA, A. A.; MUNIZ, M. A.; SERRANO, R. O. P. Stationarity in Annual Daily Maximum Streamflow Series in the Hydrographic Basin of the Upeer Jurá River, Western Amazon. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 12, n. 2, p. 705-713, 2019.

MOREIRA, J. G. V.; MUNIZ, M. A.; MAIA, G. F. N.; MESQUITA, A. A.; PEREIRA, L. B.; SERRANO, R. O. P. Frequency Analysis of maximum flows recorded in the upper Jurua river basin, Acre, Brazil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 23-36, 2020.

MOURA, A. E. S. S. et al. Precipitação efetiva nos períodos chuvoso e pouco chuvoso em um fragmento de Mata atlântica, Recife–PE. **RBRH: revista brasileira de recursos hídricos**, v. 17, n. 7, p. 7-16, 2012.

NIMER, E. Um modelo metodológico da classificação de climas. *Revista Brasileira de Geografia - IBGE*, v. 41, n. 4, p. 59-89, 1979.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996.

OLIVEIRA, A. V.; SERRANO, R. O. P.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. V. Temporal Trend and Estimation of the Hydrological Risk of Maximum Rainfall and Flow Extremes in the City of Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 4, p. 10, 2021.

PARTELLI, F. L.; BONOMO, R. Café conilon: O Clima e o Manejo da Planta. 2016.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p.341-348, 2010.

PIEPER, V. E. P.; PINHEIRO, J. R. Análise dos elementos climáticos e suas influências em área agrícola na região norte de Mato Grosso. **Revista Mato-Grossense de Geografia - Cuiabá** - v.18, n. 1 - p. 69 - 82. 2020.

PEREIRA, M. L. T; SOARES, M. P. A; SILVA, E. A; ASSUNÇÃO, M. A. A; SOUZA, W. M. Variabilidade climática no Agreste de Pernambuco e os desastres decorrentes dos extremos climáticos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 394-402, 2017.

PONTES, S. The "latte revolucion? Regulation, markets and consumption in global coffee chain. *World Development*, Oxford, v.30, n.7, p. 1099-1122. 2002.

RAMIRES, G. M. V. **Produção de Café Sustentável no Parque Nacional da Gorongosa. O Efeito do Ensombramento na Produtividade de Café**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal).

RODRIGUES, W. P., VIEIRA, H. D., BARBOSA, D. H. S. G., SOUSA FILHO, G. R., PARTELLI, F. L. Agronomic performance of arabica coffee genotypes in northwest Rio de Janeiro State. **Genetics and Molecular Research**. 2014.

ROMEIRO, A. R.; Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Scielo Brasil**. 2012.

SANTOS, P. F. Serviços ecossistêmicos hídricos na mata atlântica do sudeste brasileiro em cenários de conversão de uso e cobertura do solo e de mudanças climáticas. 2019.

SILVA, W. T. de C.; BARBOSA, H. A.; Avaliação da precipitação na produtividade agrícola da cana-de-açúcar: estudo de caso usina Coruripe para as safras de 2000/2005. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n. 03. 2021.

SILVA, K. A. Associação entre El Niño-oscilação sul e a variação geográfica da produtividade do café. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Jaboticabal - SP. 2020.

SILVA, E. G. F. A.; POLYCARPO, J. S. M.; MELO, R. F.; MOUSINHO, F. H. G.; OLIVEIRA FILHO, J. E.; CORREA, M. M. Determinação de precipitação provável mensal para o município de Goiana-PE. **Revista GEAMA**, v. 5, n. 1, p. 41-46, 2019.

SOUZA, D. B. de. Capacidades dinâmicas de conhecimento e inovação na agricultura: evidências a partir de unidades de produção de alimentos orgânicos na região metropolitana de Porto Alegre-RS/Brasil. 2017.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonia rainfall during 1960-1998. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 2, p. 305-318, 2000.

SHOURASENI, S. R.; ROBERT, C. B. J. R. Trends in extreme daily precipitation indices in India. **International Journal of Climatology**, v.24, p.457–466, 2004.

SOUZA, J. W.; OLIVEIRA, P. F. de. Risco climático para o café Conilon (*Coffea canephora*) nos municípios de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro Do Sul, Ac. **RBCA** | v. 7 n. 2 p. 1 – 47 2018.

SACHS, J. The Age of Sustainable Development. 2015.

TRENBERTH, K. E.; JONES, P. D.; AMBENJE, P.; BOJARIU, R.; EASTERLING, D.; KLEIN TANK, A. Observations: surface and atmospheric climate change. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B. (Eds.). Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, p. 235-336, 2007.

VIEIRA, S. O. **Efeitos da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre as chuvas da região sul da Amazônia Brasileira**. 2013. 96 p. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, 2013.

ZAMPIERI, F. G.; SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A.; CARVALHO, S. L.; SOUZA, M. A. A. da S.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. C.; ZAMPIERI, F. R. O. Educação ambiental na cafeicultura agroecológica: ferramenta de transformação e promoção da sustentabilidade. Agroecologia: princípios e fundamentos ecológicos aplicados na

busca de uma produção sustentável Luis Manuel Hernández García. **Mérida Publishers**. 2021.