



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Produção Vegetal

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE VALÉRIA LOPES DA COSTA, DISCENTE DO
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL,
REALIZADA NO DIA 30 DE AGOSTO 2024.

No dia 30 de agosto de 2024, às 09:00 horas, na sala de aula do PPGPV no Bloco de doutorados, realizou-se a defesa da dissertação intitulada COMPORTAMENTO DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE ROBUSTAS AMAZÔNICO EM FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO, de autoria da mestranda Valéria Lopes da Costa, do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. A Comissão examinadora esteve constituída pelos Doutores Prof. Leonardo Paula de Souza (UFAC), Prof. Adjalma Campos de França Neto (UNIR) e Prof. Eduardo Pacca Luna Mattar (UFAC). Após a exposição oral, a discente foi arguida pelos examinadores e, às 10:40 horas e 40 minutos, a sessão foi suspensa e em reunião secreta os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão remota para anunciar o resultado, a discente foi considerada APROVADA pela Comissão Examinadora. E para constar, foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme, vai assinada eletronicamente pelos membros da banca.

Documento assinado digitalmente
gov.br LEONARDO PAULA DE SOUZA
Data: 30/08/2024 14:55:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Branco, 30 de agosto de 2024.

DR. LEONARDO PAULA DE SOUZA
Orientador - UFAC

Documento assinado digitalmente
gov.br ADJALMA CAMPOS DE FRANÇA NETO
Data: 30/08/2024 15:06:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DR. ADJALMA CAMPOS DE FRANÇA NETO
Examinador - UNIR

Documento assinado digitalmente
gov.br EDUARDO PACCA LUNA MATTAR
Data: 30/08/2024 16:27:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DR. EDUARDO PACCA LUNA MATTAR
Examinador - UFAC

VALÉRIA LOPES DA COSTA

Documento assinado digitalmente
gov.br VALERIA LOPES DA COSTA
Data: 30/08/2024 17:44:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

VALÉRIA LOPES DA COSTA



**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE ROBUSTAS
AMAZÔNICO EM FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO**

RIO BRANCO - AC

2024

VALÉRIA LOPES DA COSTA

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE ROBUSTAS
AMAZÔNICO EM FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Leonardo Paula de Souza
Coorientador: Dr. Celso Luis Bergo

RIO BRANCO - AC

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- C837c Costa, Valéria Lopes da, 1995 -
Comportamento de cultivares híbridas de robustas amazônico em função do estresse hídrico / Valéria Lopes da Costa; Orientador: Dr. Leonardo Paula de Souza e Coorientador Dr. Celso Luis Bergo. – 2024.
54 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, mestre em Produção Vegetal Rio Branco, 2024.
Inclui referências bibliográficas e apêndice.
1. Irrigação por gotejamento. 2. Cafeicultura irrigada. 3. Amazônia ocidental.
I. Souza, Leonardo Paula de (orientador). II. Bergo, Celso Luis (coorientador).
III. Título.

CDD: 338.1

VALÉRIA LOPES DA COSTA

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE ROBUSTAS AMAZÔNICO EM FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em 30 de Agosto de 2024, pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente

 gov.br

LEONARDO PAULA DE SOUZA
Data: 29/10/2024 13:00:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Leonardo Paula de Souza

Universidade Federal do Acre

Orientador

Documento assinado digitalmente

 gov.br

ADJALMA CAMPOS DE FRANÇA NETO
Data: 29/10/2024 13:42:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Adjalma Campos de França Neto

Universidade Federal de Rondônia

Membro

Documento assinado digitalmente

 gov.br

EDUARDO PACCA LUNA MATTAR
Data: 29/10/2024 21:00:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Eduardo Pacca Luna Mattar

Universidade Federal do Acre

Membro

RIO BRANCO - AC

2024

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos abençoar em nossa jornada, proporcionando a vida e o sustento necessários para completar esta caminhada e realizar este trabalho.

Aos meus pais, Valtervir de Oliveira e Shirley da Silva Freitas, pelos sábios conselhos e pelo constante incentivo em buscar uma vida melhor através dos estudos.

À minha filha, Ana Louise, que é a razão da minha existência.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Paula de Souza, por sua incansável orientação e paciência ao longo de todo o processo, sempre oferecendo sugestões sábias e apoio contínuo. E ao meu coorientador, Dr. Celso Luiz Bergo, pelos conhecimentos compartilhados, pelo apoio constante e pela dedicação em promover o melhor desenvolvimento do projeto.

À Universidade Federal do Acre (UFAC), pelo curso oferecido, pela concessão da bolsa de estudos e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

À Embrapa Acre, pelo suporte fornecido à pesquisa e pela infraestrutura disponibilizada.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, edital 20/2018 que financiou o projeto e me permitiu trabalhar com uma das minhas grandes paixões: a cultura do café.

À pesquisadora Dra. Aurenny Maria Pereira Lunz, que participou do projeto e sempre foi uma amiga e incentivadora do meu crescimento pessoal e profissional, oferecendo excelentes sugestões para a execução e o desenvolvimento do trabalho, e que não mediu esforços para ajudar e apoiar.

Ao Analista da Embrapa Acre, Dr. Lauro Saraiva Lessa, que sempre foi um grande amigo e parceiro, conduzindo com excelência as atividades de campo, desde o plantio até a colheita, e pelo valioso tempo dedicado às análises estatísticas.

Ao meu amigo Júlio Souza Marques, por toda a disponibilidade e suporte nas inferências estatísticas.

Aos amigos que fiz no programa de pós-graduação, que levarei para a vida:

Jardeson Kennedy, Gabriela Nascimento e Natália Torres, pelo incentivo, suporte e ombro amigo nos momentos difíceis.

À equipe da Embrapa, incluindo colegas, estagiários e bolsistas, que sempre estiveram dispostos a colaborar na execução do trabalho, seja na coleta de dados, condução dos experimentos ou colheitas, especialmente José Ricardo, Marilene Lima, Irís Vieira, Victor Silva, Angrea Goulart, João Pedro Calvacante, Jardesson Cassimiro, Adriana Rodrigues, Adonias Pinheiro, e demais colaboradores.

RESUMO

A produção de café tem se expandido significativamente, especialmente em regiões favoráveis ao cultivo. O manejo adequado da irrigação é essencial para aumentar a produtividade e reduzir o estresse hídrico das plantas. No Acre, a cafeicultura é crucial para a economia local, envolvendo em sua maioria, pequenas propriedades rurais. Com a crescente importância da irrigação na região, é vital otimizar o uso de água para maximizar a produtividade para que não avance as áreas de produção em novas terras. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtividade de cultivares de cafeeiros Robusta Amazônico sob diferentes tensões de água no solo para início da irrigação. Foi conduzido um experimento em área de campo da Embrapa Acre, município de Rio Branco, Acre. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas. Seis cultivares de cafeeiros Robusta Amazônicos foram testados: BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220. As tensões de água avaliadas para início da irrigação foram de: 20, 40, 60, 100 kPa, respectivamente e Sem Irrigação (SI). As variáveis analisadas corresponderam ao crescimento vegetativo e a produtividade das seis cultivares nas safras do ano de 2022, 2023 e 2024. A análise de dados foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA), e os efeitos significativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Por fim, os resultados indicaram que a interação entre a tensão de água no solo e as cultivares foram significativas para o crescimento vegetativo e a produtividade, mostrando que cultivares como BRS 1216 e BRS 3220 apresentaram alta adaptabilidade e resiliência, mesmo sob condições de estresse hídrico. Em contrapartida, cultivares como BRS 2299 e BRS 2314 demonstraram maior sensibilidade às variações na disponibilidade de água no solo, com reduções significativas na produtividade em condições de menor disponibilidade hídrica, reforçando a importância de estratégias de irrigação específicas para cada cultivar.

Palavras-chave: Irrigação por gotejamento; cafeicultura irrigada; amazônica ocidental.

ABSTRACT

Coffee production has significantly expanded, particularly in regions favorable for cultivation. Proper irrigation management is essential to increase productivity and reduce water stress in plants. In Acre, coffee cultivation is crucial for the local economy, involving mostly small rural properties. With the growing importance of irrigation in the region, optimizing water use is vital to maximize productivity without expanding production areas into new lands. Thus, the objective of this study was to evaluate the vegetative development and productivity of Robusta Amazônico coffee cultivars under different soil water tensions for the start of irrigation. An experiment was conducted in a field area of Embrapa Acre, in the municipality of Rio Branco, Acre. A randomized block design in split plots was adopted. Six Robusta Amazônico coffee cultivars were tested: BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213, and BRS 3220. The evaluated soil water tensions for the start of irrigation were 20, 40, 60, 100 kPa, respectively, and No Irrigation (NI). The analyzed variables corresponded to the vegetative growth and productivity of the six cultivars during the 2022, 2023, and 2024 harvests. Data analysis was performed through analysis of variance (ANOVA), and significant effects were compared using the Tukey test at a 5% significance level. Finally, the results indicated that the interaction between soil water tension and cultivars was significant for vegetative growth and productivity, showing that cultivars like BRS 1216 and BRS 3220 demonstrated high adaptability and resilience even under water stress conditions. In contrast, cultivars like BRS 2299 and BRS 2314 exhibited greater sensitivity to variations in soil water availability, with significant reductions in productivity under conditions of lower water availability, reinforcing the importance of specific irrigation strategies for each cultivar.

Keywords: Drip irrigation; irrigated coffee cultivation; Western Amazon.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Corredor principal do experimento (a) e vista aérea da área experimental (b) na Embrapa Acre. Fonte: Valéria Lopes da Costa18
- Figura 2.** Detalhes do sistema de irrigação: (a) Cavalete, (b) Linha lateral da irrigação por gotejamento, (c) Pluviômetro, e (d) Cavalete. Fonte: Valéria Lopes da Costa.....21
- Figura 3.** Filtro de areia modelo FG-50 com capacidade de filtragem de 160 kg: (a) e (b). Fonte: Valéria Lopes da Costa.22
- Figura 4.** Leitura das tensões da água no solo a 30 cm de profundidade: (a) e (b). Fonte: Valéria Lopes da Costa.....24
- Figura 5.** Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a junho de 2022.....25
- Figura 6.** Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a dezembro de 2023.25
- Figura 7.** Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a junho de 2024.....26
- Figura 8.** Determinação da altura das plantas de café (a); medição dos ramos plagiotrópicos (b); e marcação em azul dos ramos plagiotrópicos para avaliação de crescimento (c). Fonte: Valéria Lopes da Costa.....27
- Figura 9.** Avaliação da produtividade: frutos em estágio maduro e no ponto de cereja (a); colheita manual pelo método de derriça (b); retirada da amostra para secagem (c); e avaliação inicial para o início da colheita (d). Fonte: Valéria Lopes da Costa.28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cultivares Robusta Amazônico e suas características.	14
Tabela 2. Características físicas do solo (0 a 30 cm) na área experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, 2019.	19
Tabela 3. Características química do solo da área experimental. Embrapa, Acre, Rio Branco, Acre, 2019.....	19
Tabela 4. Resumo da análise de variância para o incremento médio dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, diâmetro da copa (cm mês ⁻¹) e número de nós das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.	29
Tabela 5. Incremento médio dos ramos plagiotrópicos (cm mês ⁻¹) das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.	30
Tabela 6. Incremento do diâmetro da copa (cm mês ⁻¹) das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.	31
Tabela 7. Incremento do número de nós das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.	32
Tabela 8. Resumo da análise de variância para a produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em diferentes níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.	35

Tabela 9. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico na primeira safra (2022) em Rio Branco – AC.....36

Tabela 10. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico na segunda safra (2023) em Rio Branco – AC.....37

Tabela 11. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta amazônico na terceira safra (2024) em Rio Branco – AC.....38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA	11
2.2 ECOFISIOLOGIA DO CAFEEIRO	12
2.3 CULTIVARES	13
2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DO SOLO	18
3.2 PREPARO DO SOLO E PLANTIO DAS MUDAS	19
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	20
3.4 PRODUÇÃO DAS MUDAS	20
3.5 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	21
3.6 CURVA DE RETENÇÃO DA ÁGUA NO SOLO	22
3.7 MANEJO DA IRRIGAÇÃO	23
3.8 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEEIRO	26
3.9 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE	27
3.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES CAFEEIROS ROBUSTA AMAZÔNICO	29
4.2 PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS ROBUSTA AMAZÔNICO	34
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A – Desenho experimental da área	52

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de grãos de café tem crescido substancialmente, especialmente em regiões com condições ideais para o desenvolvimento dessa cultura. O café é uma *commodity* de grande importância econômica mundial e possui significativa relevância social e econômica na Amazônia Ocidental, onde serve como a principal fonte de renda para aproximadamente 38.000 pequenas propriedades rurais distribuídas em cinco polos cafeeiros (Marcolan *et al.*, 2009). Nesta região, o gerenciamento adequado da irrigação é essencial não apenas para aumentar a produtividade, mas também para minimizar o estresse hídrico das plantas, garantindo condições ideais para o desenvolvimento da cultura (Souza *et al.*, 2019; Scheel *et al.*, 2019).

O cafeeiro Robusta Amazônico, uma variedade do *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner, é particularmente importante nessa região. Esta variedade é conhecida por sua robustez e adaptação a climas quentes e úmidos, o que a torna ideal para as condições edafoclimáticas do Acre. As variedades de Robusta são reconhecidas por sua resistência a doenças, alta produtividade e qualidade superior da bebida. No entanto, ainda há desafios a serem enfrentados, como o manejo da irrigação, fundamental para otimizar o potencial produtivo dessa variedade (Souza *et al.*, 2004).

O Estado do Acre destaca-se pelo seu elevado potencial para o cultivo de café, especialmente pela importância socioeconômica que essa cultura representa (Sá *et al.*, 2018). Contudo, as lavouras locais frequentemente enfrentam limitações devido à falta de assistência técnica e insumos, o que sublinha a necessidade urgente de pesquisas focadas na viabilização do uso eficiente de sistemas de irrigação. Estudos sugerem que a implementação de sistemas de irrigação modernos pode proporcionar um aumento significativo na produtividade, impactando positivamente a renda familiar e o emprego nas comunidades (Santana *et al.*, 2020).

A irrigação é uma prática agrícola que, quando mal manejada, pode limitar o potencial produtivo das plantas, seja por excesso ou deficiência de água (Bispo *et al.*, 2017). Determinar o momento preciso para iniciar a irrigação é vital para os produtores, pois pode reduzir significativamente o uso de energia e água, além de diminuir a necessidade de manutenção dos sistemas de bombeamento. Ambientalmente, o uso racional da água através de sistemas de irrigação pode evitar

a expansão de fronteiras agrícolas e o conseqüente desmatamento, promovendo a sustentabilidade ao maximizar o uso das terras já cultivadas.

Além disso, a irrigação, quando combinada com práticas culturais adequadas e conservação do solo, pode resultar em altos níveis de produção, desde que os produtores estejam bem-informados e apoiados por técnicos especializados (Brito; Braga; Nascimento, 2010). Embora haja promissoras perspectivas para a cafeicultura no Acre, ainda faltam estudos específicos na literatura sobre o momento ideal para iniciar a irrigação para o café conilon na região. Essa lacuna torna o presente estudo altamente relevante tanto para a comunidade acadêmica, que busca novas oportunidades de pesquisa, quanto para os produtores e técnicos que necessitam dessas informações para otimizar suas práticas agrícolas.

Assim, diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtividade de cultivares Robusta Amazônico irrigados por gotejamento em diferentes tensões da água no solo para início da irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O gênero *Coffea* compreende 124 espécies, pertencentes a família das Rubiaceae. Entre as espécies se destaca as duas principais, *Coffea arábica* e *Coffea canephora*, Pierre ex Froehner, conhecidas mundialmente e responsáveis por toda produção do mundo, as demais que não são produzidas comercialmente, tem importância genética em programas de melhoramentos, fornecendo genes importantes para cruzamentos e obtenção de características superiores em outras variedades (Ferrão *et al.*, 2019). O café canephora é responsável atualmente por cerca de 40% da produção cafeeira, sendo superior a 60 milhões de sacas por ano (ICO, 2020).

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A origem geográfica do café (*Coffea* sp.) é do continente Africano, sendo o *C. Canephora* de uma região correspondente da Guiné ao Congo, indo no sentido da região central a costa oeste do continente, e o *C. arabica* da região sudoeste da Etiópia, pegando do sudeste do Sudão a Quênia. O que determinou sua origem no continente foi as temperaturas baixas e altas, que dependendo as espécies tem diferentes respostas. Sendo considerada a segunda espécie do gênero *Coffea* mais cultivada no mundo, o *C. canephora* está presente em várias regiões do Brasil, devido suas exigências climáticas de baixas altitudes e altas temperaturas (Ferrão *et al.*, 2019).

O café canephora é responsável atualmente por cerca de 40% da produção cafeeira, sendo superior a 60 milhões de sacas por ano. Possui uma gama de materiais genéticos de diferentes grupos, que através de cruzamentos originam novas variedades, entre eles podemos citar os Robustas e Conilon. Devido as condições edafoclimáticas do Brasil, a cultura consegue ter boa produtividade, principalmente nos estados do Espírito Santo que é o maior produtor, seguido de Rondônia, Bahia, Mato Grosso e Acre (Conab, 2022; Ferrão *et al.*, 2019).

No Brasil, o café conilon apresenta plantas de crescimento arbustivo, folhas alongadas, caule ramificado, tolerância à seca, ciclo de maturação precoce e alta taxa de suscetibilidade às doenças da cultura. Quando se trata dos Robustas, seus materiais genéticos apresentam hábito de crescimento ereto, folhas e frutos de maior

tamanho, seu caule é pouco ramificado e com diâmetros maiores, vigor superior, menor tolerância a seca, maturação tardia, bebida de excelente qualidade e resistência maior às doenças (Ferrão *et al.*, 2017).

O *C. canephora* é uma espécie alogama e a sua propagação pode ser realizada tanto de forma sexuada, através de sementes, ou assexuada através de estacas (Fonseca *et al.*, 2008), sempre levando em consideração a questão da incompatibilidade das progênies e as consequências que podem ocorrer na produtividade e na variabilidade genética dos próximos materiais.

Quando se trata da propagação por sementes, elas são mais utilizadas por programas de melhoramentos que por ser mais simples, também garante a variabilidade natural da espécie, considerando a preferência dos cafeicultores, é mais utilizado da forma assexuada, devido a preservação das características da planta mãe, tornando mais fácil de trabalhar do manejo à colheita, fornecendo uniformidade nas lavouras e das características-alvo, proporcionando maior ganho genético em menor tempo e menor custo (Ferrão *et al.*, 2019).

2.2 ECOFISIOLOGIA DO CAFEIEIRO

No Brasil, o cultivo do café Conilon tem-se expandido para áreas onde a deficiência hídrica é o principal fator limitante à produção (Partelli *et al.*, 2013), tornando fundamental a prática da irrigação nas lavouras. Porém, estudos desenvolvidos no estado do Espírito Santo, tem apresentado bons resultados para variedades de conilon tolerantes a seca e que conseguem manter bom vigor e produtividade (DaMatta *et al.*, 2003).

Os principais processos fisiológicos que conferem tolerância variável à seca entre variedades de Conilon são controlados pela eficácia na captação de água do solo, e pela taxa de utilização de água pelas plantas (Silva *et al.*, 2010). Avaliações fisiológicas indicam que variedades com alta produção em condições de sequeiro conseguem manter níveis de água adequados nas folhas, através de raízes mais profundas e controle estomático melhorado, enquanto variedades sensíveis à seca têm estômatos com resposta limitada à falta de água no solo e raízes mais rasas, resultando em transpiração descontrolada e baixa capacidade de absorção de água (Silva *et al.*, 2010).

O sistema de raízes do cafeeiro apresenta variações que são influenciadas por

diversos fatores, tais como a espécie e o genótipo da planta, sua idade, a estação do ano, o clima, a densidade da cultura, os estresses causados por organismos bióticos, bem como as características da textura e estrutura do solo (Partelli *et al.*, 2014).

A boa distribuição do sistema radicular do cafeeiro resulta em melhor aproveitamento e absorção de nutrientes, água e os defensivos agrícolas que são ligados diretamente ao déficit hídrico e produtividade das plantas, além disso, conhecer a distribuição do sistema radicular, influencia no momento de manejar a lamina de irrigação de acordo com as necessidades da planta (Partelli *et al.*, 2014; Barreto *et al.*, 2006).

As condições climáticas adversas, como seca e temperaturas do ar extremas, são as principais limitações para o crescimento do cafeeiro, provocando alterações fisiológicas e bioquímicas significativas que afetam seu desenvolvimento e produtividade. Estudos apontam que a seca impacta negativamente as relações hídricas celulares, o comportamento estomático, a fotossíntese e o metabolismo de carbono e nitrogênio, resultando em menor rendimento das culturas (Damatta; Ramalho, 2006). Além disso, a elevação das concentrações atmosféricas de CO₂ pode mitigar os efeitos prejudiciais das altas temperaturas e da seca, promovendo uma maior eficiência no uso da água e na fotossíntese (Avila *et al.*, 2020; Ramalho *et al.*, 2013). Por outro lado, temperaturas baixas afetam a fotossíntese e a estabilidade funcional do cafeeiro, resultando em menores taxas de crescimento e rendimento, especialmente em áreas de alta altitude (Rodrigues *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2019).

2.3 CULTIVARES

Para se obter novas cultivares superiores e posteriormente realizar seus lançamentos, é importante que os materiais genéticos agrupem uma variedade de características favoráveis para o melhoramento e que apresentem alta taxa de compatibilidade genética, principalmente, se tratando de espécies que possuem alta incompatibilidade como no caso do café. É importante trabalhar com um número mínimo de pelo menos seis cultivares clonais, para que juntos consigam garantir os objetivos que são longevidade, produtividade alta, estabilidade, base genética suficiente para fornecer condições para cultivo e manejo (Ferrão *et al.*, 2020).

Dentro das espécies *canephora* foram lançadas 10 novas cultivares desenvolvidas para a Amazônia Ocidental, com elevado potencial produtivo e

características agronômicas das variedades botânicas Conilon e Robusta. Entre as 10 novas cultivares se destacaram seis para o estado do Acre (Tabela 1), que obtiveram bons resultados e adaptação (Espíndula *et al.*, 2019).

Dentre as características superiores desses materiais genéticos, eles se destacam por altas produtividades, resistência a ferrugem, possuem de média a alta taxa de uniformidade de maturação dos grãos, grãos médios e grandes e qualidade superior de bebida. Sendo que esses materiais são recomendados para cultivos em Mato Grosso do Sul, Acre, Rondônia e Sul do estado Amazonas (Ferrão *et al.*, 2007).

Tabela 1. Cultivares Robusta Amazônico e suas características.

CARACTERÍSTICAS CLONE	BRS 2314	BRS1216	BRS 3213	BRS 3220	BRS 2299	BRS 3210
Potencial produtivo (sacas ha ⁻¹)	100	120	120	110	110	120
Ciclo de maturação	Tardio	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário
Uniformidade de maturação	Alta	Alta	Alta	Média	Média	Alta
Porte das plantas	Alto	Alto	Muito alto	Alto	Médio	Muito alto
Resistência ao tombamento	Pouco resistente	Muito resistente	Resistente	Pouco resistente	Muito resistente	Muito resistente
DESTAQUE	Qualidade da bebida	Arquitetura favorável aos tratos culturais	Peneira alta	Estabilidade de produção	Arquitetura favorável aos tratos culturais	Estabilidade de produção

Fonte: Adaptado de Embrapa Rondônia (2019).

2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Alterações climáticas refletem diretamente em redução de chuvas e altas temperaturas do ar, esses fatores climáticos atuam diretamente no metabolismo das plantas, já que altas temperaturas causa fechamento estomático e com isso a planta não absorve CO₂ e baixos índices pluviométricos limitam a fotossíntese e a produção da sacarose (Rodrigues *et al.*, 2018). Por isso, grandes períodos de seca que ocorrem em algumas regiões do país, provoca danos diretamente no rendimento das culturas agrícolas, podendo reduzir em até 50% a produção (Baboev *et al.*, 2017).

No Estado do Acre, embora o clima seja equatorial quente e úmido, segundo classificação de Koppen (Alvares *et al.*, 2014), possui altos índices pluviométricos

durante os períodos de chuva, no entanto, a chuva não é bem distribuída no decorrer do ano, ocasionando período de seca severa nos meses de junho, julho e agosto, principalmente nas regiões do Alto e Baixo Acre (Agritempo, 2019).

Se tratando do atual cenário agrícola, que frequentemente passa por adversidades climáticas, é necessário fazer uso de técnicas que evitem essas mudanças bruscas diretamente na planta, com isso a irrigação se destaca como uma forma eficiente de garantir que o cafeeiro se desenvolva. Atuando principalmente em regiões que sofrem com essas mudanças climáticas, em casos de déficit hídrico e quando ocorre irregularidades nas distribuições das chuvas (Trindade *et al.*, 2017).

Como efeito dessas condições adversas de baixas chuvas, as consequências são refletidas diretamente na produtividade, devido a baixa umidade presente no solo, atuando na redução no potencial matricial do solo, evitando a captação dos nutrientes pelas raízes das plantas (Silva *et al.*, 2015). Essas consequências são observadas principalmente durante as fases de floração e frutificação, quando a planta necessita de maior fornecimento de água e na quantidade necessária, e a irrigação promove essa disponibilidade para a planta, fornecendo elevados incrementos na produção e melhoria nos aspectos qualitativos de frutos da lavoura (Bonomo *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2016).

Segundo Silva e Reis (2007), a umidade do solo atua sobre vários processos fisiológicos das plantas, que vai afetar diretamente o crescimento vegetativo, como as outras culturais, o cafeeiro precisa de água disponível no solo para crescer e se desenvolver adequadamente, principalmente na sua fase inicial de desenvolvimento, onde o gasto energético sofrido pela planta é grande, perdendo apenas para o gasto de produção.

Dessa forma, o uso da irrigação como forma de suprir essas necessidades é indispensável, com a finalidade de diminuir as perdas ocasionada pelo déficit hídrico do solo, utilizar o sistema de irrigação de forma adequada, fazendo uso de técnicas, buscando o uso racional da água e trabalhando de forma criteriosa, os rendimentos serão maiores que os gastos (Martins *et al.*, 2007).

Segundo Rodrigues e Domingues (2017) para alcançar os benefícios fornecidos pela irrigação em uma determinada cultura, é necessário fazer uso do sistema com critérios de manejo que façam bom uso da água captada, através de aplicações dessa água em quantidade suficiente para cultura. Sempre deve-se trabalhar com estratégias de manejo de irrigação baseada nas curvas de consumo de água pela

cultura, por que através dela é possível determinar o momento de fornecer irrigação, respeitando a racionalização aplicada na agricultura irrigada.

Respeitando as curvas de consumo das culturas, trabalhos estão sendo desenvolvidos com objetivo de analisar as tensões de água no solo. Através dessas medidas é possível realizar o fornecimento de água para planta de acordo com as necessidades hídrica da cultura, disponibilizando a quantidade e irrigando quando a tensão do solo atingir valores estabelecidos e considerados limites, sem comprometer a planta (Macedo, 2008; Locatelli *et al.*, 2016; Mota; Souza; Almeida, 2020), fornecendo água o suficiente até atingir a capacidade de campo (Frizzone *et al.*, 2012).

A frequência de irrigação com que ocorre esse fornecimento para a planta ou turno de rega vai depender das condições climáticas, a espécie, capacidade de retenção do solo, qualidade da água e qual método de irrigação que será utilizado. Para determinar a frequência e o momento da irrigação, podem ser utilizados os tensiômetros no manejo, para isso é necessário ter o conhecimento da tensão de água presente no solo, e qual é o valor crítico da tensão dessa cultura, desde que ela não cause impactos negativos na planta (Amorim; Resende; Miranda, 2015).

Existem vários equipamentos que são utilizados para medir o déficit hídrico do solo, entre eles o tensiômetro, que é utilizado para medir a tensão em que a água está retida no solo, ou o potencial matricial do solo. Sendo o tensiômetro o mais utilizado para determinar o potencial de água no solo via irrigação, por ser considerado de baixo custo e de fácil manuseio (Silva *et al.*, 1999).

No entanto, não é apenas o conhecimento de quanto irrigar para se obter uma boa produtividade e qualidade dos grãos, é necessário utilizar o sistema que melhor concilie com a cultura, nível tecnológico e condições em que será utilizado, como clima, relevo, temperatura e disponibilidade de água. Sempre buscando o sistema mais viável a ser utilizado (Almeida, 2021).

O sistema de irrigação adotado também possui papel fundamental nesse processo, no qual deve ser levado em conta vários fatores que juntos tornam esse sistema mais viável de acordo com a cultura. Quando se trata do sistema de irrigação localizada, já se sabe que terá um uso mais consciente dos recursos hídricos devido sua alta eficiência, baixo consumo de água e energia. Com essa tecnologia adotada, também é possível realizar práticas como no caso da fertirrigação, que é a aplicação de forma parcelada de adubos hidrossolúveis através do sistema utilizado para irrigar, podendo ser dividido durante todo o ciclo da cultura e com isso, fornecer não apenas

lâminas de água como também nutrientes para as plantas (Cunha *et al.*, 2018).

Entre os métodos de irrigação o sistema por gotejamento se destaca por apresentar alta uniformidade e eficiência, sendo conhecida por aplicar pequenos volumes de água, em alta frequência e diretamente na zona radicular, mantendo o bulbo radicular próximo à capacidade de campo, com menor perda de lâmina de água por percolação profunda e evaporação (Tolentino Júnior *et al.*, 2014).

No que se refere a cultura do cafeeiro, o sistema de irrigação mais indicado é o localizado, pois apresenta alta eficiência na distribuição de lâmina de água com valores superiores a 90% (Souza; Pereira; Reis, 2014) ou seja, possui alta capacidade de distribuir água em menor quantidade, quando comparada a irrigação por aspersão, menor gasto de energia gerando economia para o produtor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na área experimental da Embrapa Acre, na Rodovia BR-364, Km 14, no sentido Rio Branco - Porto Velho (Figura 1). A área está situada a 10°1'42,85" S e 67°41'03,03" W, a uma altitude de 160 m. O clima da região é classificado como quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen por Alvares *et al.* (2014), com temperaturas médias anuais do ar de 24,5 °C, umidade relativa do ar de 84% e chuva total anual variando entre 1.700 a 2.400 mm.

A região é caracterizada por intensas chuvas, com quantidade acumulada anual superior a 2.000 mm, e chuvas mensais superiores a 60 mm durante os doze meses do ano (Delgado *et al.*, 2012). Além disso, a evapotranspiração de referência (ETP) para a região de Rio Branco varia de 1,74 a 5,55 mm por dia, com uma média diária anual de 4,01 mm, conforme estimado pelo método FAO Penman-Monteith (Costa *et al.*, 2017).

Figura 1. Corredor principal do experimento (a) e vista aérea da área experimental (b) na Embrapa Acre. Fonte: Valéria Lopes da Costa



3.1 ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DO SOLO

Foram coletadas amostras de solo na camada de 0-30 cm de profundidade para análise física (Tabela 2) e nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade para análise química (Tabela 3). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (Santos *et al.*, 2018). A área onde atualmente está localizado o experimento já foi utilizada para cultivo de café conilon em outro momento; no entanto, estava em *pousio* por alguns anos, sem receber manejo químico e físico do solo.

Tabela 2. Características físicas do solo (0 a 30 cm) na área experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, 2019.

Determinação	Unidade	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Areia Grossa	g kg ⁻¹	97	79	78
Areia Fina	g kg ⁻¹	514	437	457
Argila	g kg ⁻¹	171	259	210
Silte	g kg ⁻¹	217	224	254

Tabela 3. Características química do solo da área experimental. Embrapa, Acre, Rio Branco, Acre, 2019.

Determinação	Unidade	Profundidade (0 a 20 cm)	Profundidade (20 a 40 cm)
pH	(H ₂ O)	5,87	5,6
pH	(KCL)	4,07	3,94
Ca	cmolc dm ⁻³	1,23	1,33
Mg	cmolc dm ⁻³	0,81	0,68
K	cmolc dm ⁻³	0,23	0,13
H+Al	cmolc dm ⁻³	2,42	3,09
Al	cmolc dm ⁻³	0	0,46
P	mg dm ⁻³	7,39	2,83
P. Rem.	mg L ⁻¹	39,54	28,77
C. Total	g kg ⁻¹	2,99	1,61
SB	cmolc dm ⁻³	2,27	2,14
CTC (pH7)	cmolc dm ⁻³	4,69	5,23
CTC (Efetiva)	cmolc dm ⁻³	2,27	2,6
V	%	48,4	40,92
M	%	0	17,69
M.O	%	5,14	2,77

3.2 PREPARO DO SOLO E PLANTIO DAS MUDAS

O preparo da área para plantio foi realizado através dos procedimentos convencionais, utilizando gradagem para revolvimento do solo e grade niveladora. A área foi piqueteada em novembro de 2019, e foram realizadas aberturas de covas com perfurador de solo tratorizado, nas dimensões de 40 cm de largura por 80 cm de profundidade, com espaçamento de 3,0 x 1,0 m.

Após o preparo da área e com base na análise de solo, realizaram-se as correções com aplicação de 200 g cova⁻¹ de calcário dolomítico, o que equivale a 670 kg ha⁻¹ distribuído a lanço, conforme as recomendações da Embrapa (Marcolan e Espíndula, 2015). Além disso, foi feita a aplicação de adubos de plantio, utilizando 333

kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 10 mil ton ha⁻¹ de cama de aviário. Após as adubações de base, realizou-se o fechamento das covas e, posteriormente, após 20 dias, ocorreu o plantio do experimento.

As adubações de cobertura foram iniciadas entre 30 e 45 dias após o plantio, com aplicação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, baseadas nas recomendações técnicas para o cultivo de café, conforme Marcolan e Espíndula (2015) e em função das necessidades nutricionais da cultura determinadas pela análise de solo.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

As dimensões da área experimental foram de 31 m por 62 m (1.922 m²), sendo demarcadas 21 linhas de plantio com 31 metros de comprimento. Dentre elas, seis são bordaduras nas laterais e entre os blocos. Cada linha é composta por seis variedades, e dentro de cada variedade, cinco plantas por subparcela.

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com parcelas subdivididas, avaliando trinta tratamentos que combinaram seis cultivares híbridas de cafeeiros Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 3210, BRS 3213, BRS 3220, de maturação intermediária, e BRS 2314, de maturação tardia) e cinco tensões de água no solo para início da irrigação (20 kPa, 40 kPa, 60 kPa, 100 kPa, e Sem Irrigação - SI). As parcelas principais foram definidas pelas tensões de água, enquanto as subparcelas corresponderam às diferentes cultivares, com três repetições e cinco plantas por subparcela (Apêndice A).

3.4 PRODUÇÃO DAS MUDAS

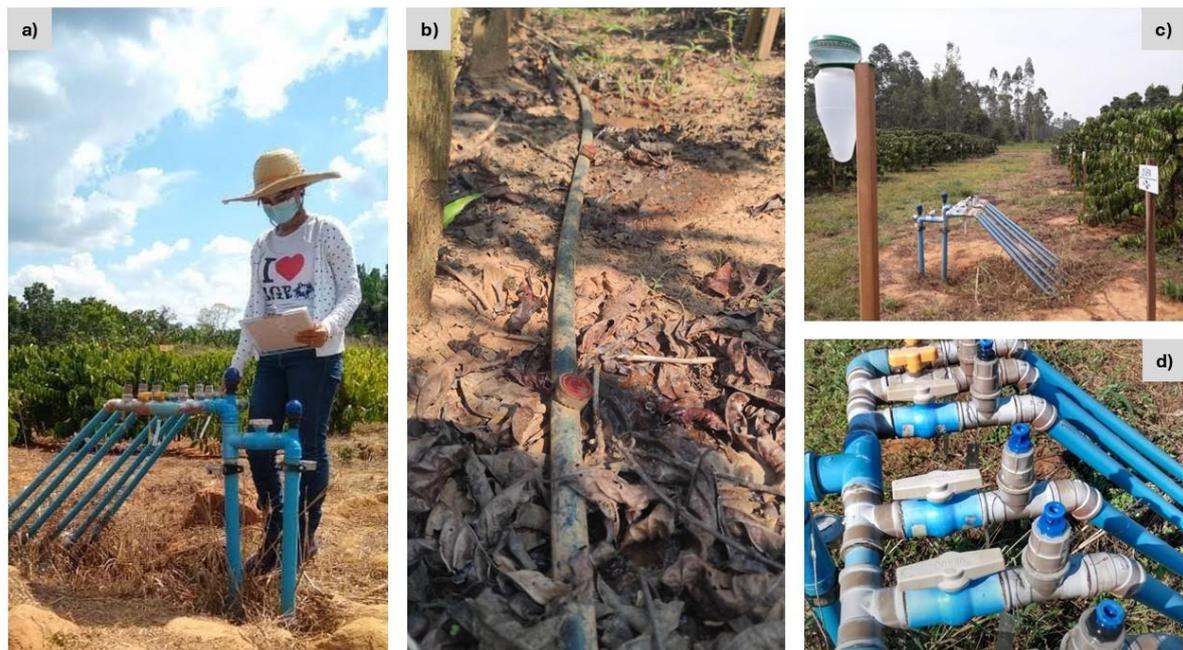
As mudas foram produzidas a partir de estacas oriundas da Embrapa Rondônia em meados do mês de agosto do ano de 2019 e transportadas para a casa de vegetação na unidade da Embrapa Acre. Para a produção das mudas, foram utilizados sacos plásticos e solos de horizontes subsuperficiais, que foram retirados em barrancos próximos à unidade, e que se encontravam livres de nematoides e restos vegetais (Marcolan *et al.*, 2009). As estacas foram imersas em fungicida e, em seguida, inseridas no substrato e colocadas em bancadas para pegamento das mudas (Paulino; Matiello; Paulini, 1985). As mudas permaneceram em viveiros

protegidos na unidade por um período de quatro meses, até o momento do transplântio para o campo.

3.5 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

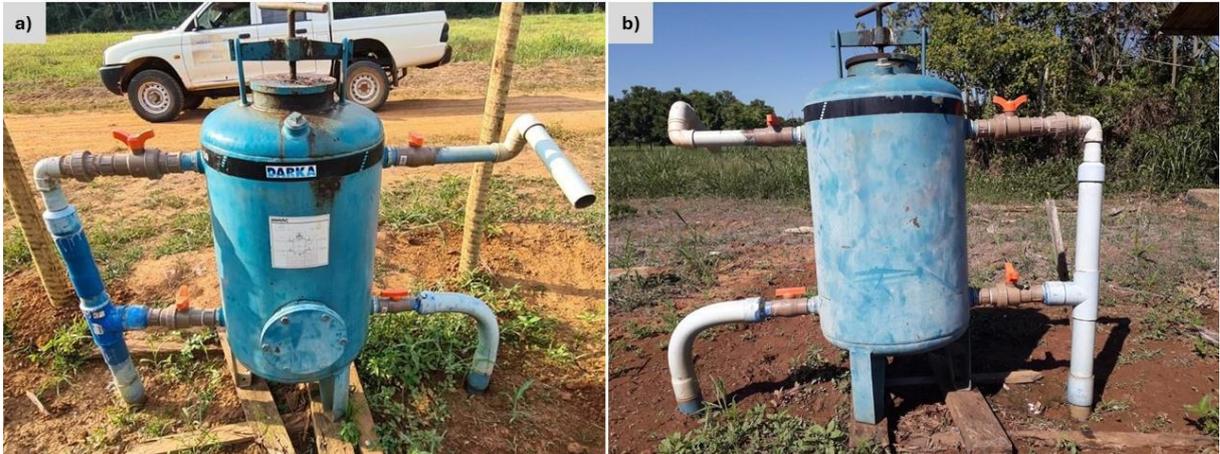
O sistema de irrigação por gotejamento (Figura 2) foi instalado no experimento em julho de 2020. O sistema foi pressurizado por um conjunto motobomba elétrica e possui linhas laterais em polietileno de 16 mm, com emissores (*online*) autocompensantes espaçados em 50 cm e vazão de $7,6 \text{ L h}^{-1}$, linha de derivação de 50 mm e linha principal de 70 mm. A água é captada do igarapé Forquilha, localizado a alguns metros do experimento.

Figura 2. Detalhes do sistema de irrigação: (a) Cavalete, (b) Linha lateral da irrigação por gotejamento, (c) Pluviômetro, e (d) Cavalete. Fonte: Valéria Lopes da Costa.



Para a filtragem da água, foi utilizado um filtro de areia, modelo FG-50, com capacidade filtrante de 160 kg (Figura 3). Esse filtro realiza a limpeza da água para evitar entupimentos nos gotejadores, utilizando areia no seu interior para reter partículas de solo e impurezas. Devido a isso, foi necessário realizar limpezas periódicas por meio de retrolavagens, realizadas no próprio filtro, regulado por registros de controle.

Figura 3. Filtro de areia modelo FG-50 com capacidade de filtragem de 160 kg: (a) e (b). Fonte: Valéria Lopes da Costa.



Para a captação de água do igarapé, a Embrapa Acre possui outorga de direito para uso dos recursos hídricos. Essa licença foi liberada após o órgão responsável, o Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC).

3.6 CURVA DE RETENÇÃO DA ÁGUA NO SOLO

Considerando o resultado da granulometria do solo, ajustou-se a curva de retenção da água no solo com base na metodologia descrita por Saxton *et al.* (1986). Com os parâmetros obtidos, ajustou-se a Equação 1 para a estimativa da umidade atual do solo, válida para o intervalo de 0 a 100 kPa. A lâmina bruta foi estimada pela Equação 2 e o tempo de irrigação foi calculado pela Equação 3. Observadas as tensões, calcularam-se as umidades correspondentes a partir da curva de retenção da água no solo.

$$\theta = 0,5483 |T|^{-0,211} (R^2 = 1) \quad (01)$$

em que:

θ_a : umidade atual do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$),

T: tensão da água no solo (kPa).

$$Lb = \left(\frac{\theta_{CC} - \theta_a * Z}{E_f} \right) \quad (02)$$

em que:

Lb: lâmina bruta (mm),

Θ_{CC} : umidade do solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$),

Θ_{atual} : umidade do solo no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$),

Z: profundidade do sistema radicular (300 mm),

Ef: eficiência de aplicação da água (0,90).

$$T_i = \left(\frac{60 * Lb * A}{e * q_e} \right) \quad (03)$$

em que:

T_i = tempo de irrigação (minutos),

A = área da projeção da copa da planta ($0,5 \text{ m}^2$),

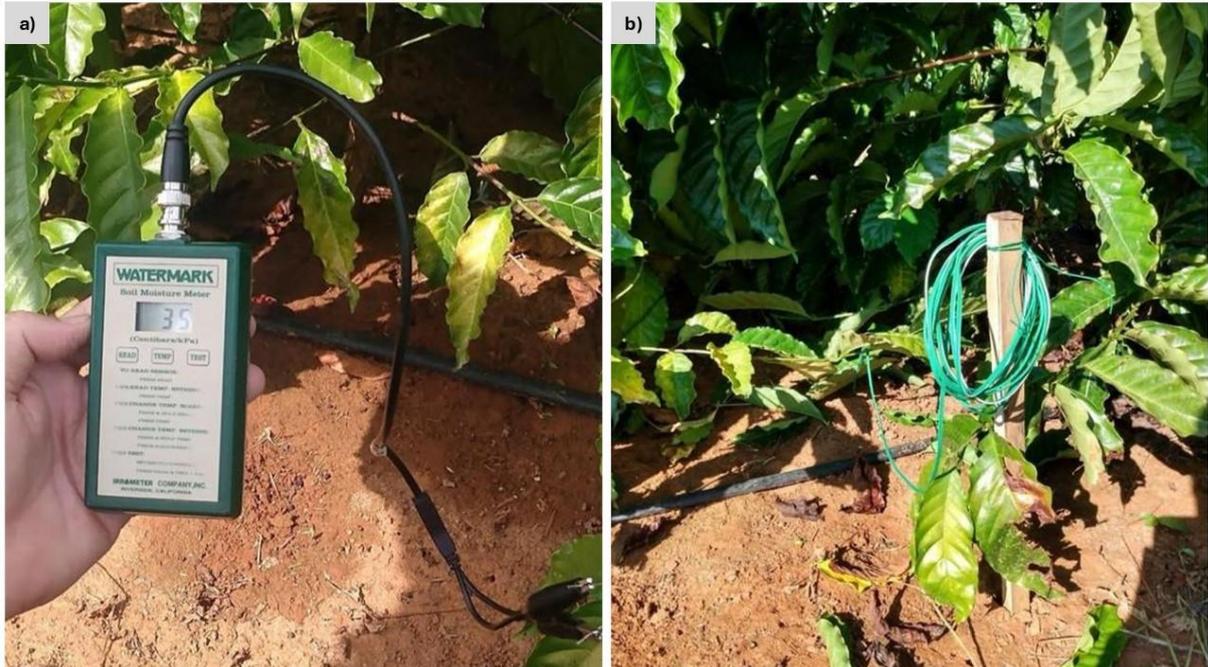
e = quantidade de emissores por planta (3),

q_e = vazão média de cada emissor ($1,5 \text{ L h}^{-1}$).

3.7 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

A tensão da água no solo de -10 kPa foi estabelecida como referência de capacidade de campo (CC). Para o registro das tensões da água no solo, foram instalados sensores de umidade do solo com resistência elétrica. Para a leitura das tensões, foi utilizado um medidor digital portátil com amplitude de leitura variando de 0 a 199 kPa, na profundidade de 30 cm (Figura 4), na área central do experimento, sendo um sensor em cada linha de tratamento: 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa, 100 kPa e SI (Sem Irrigação).

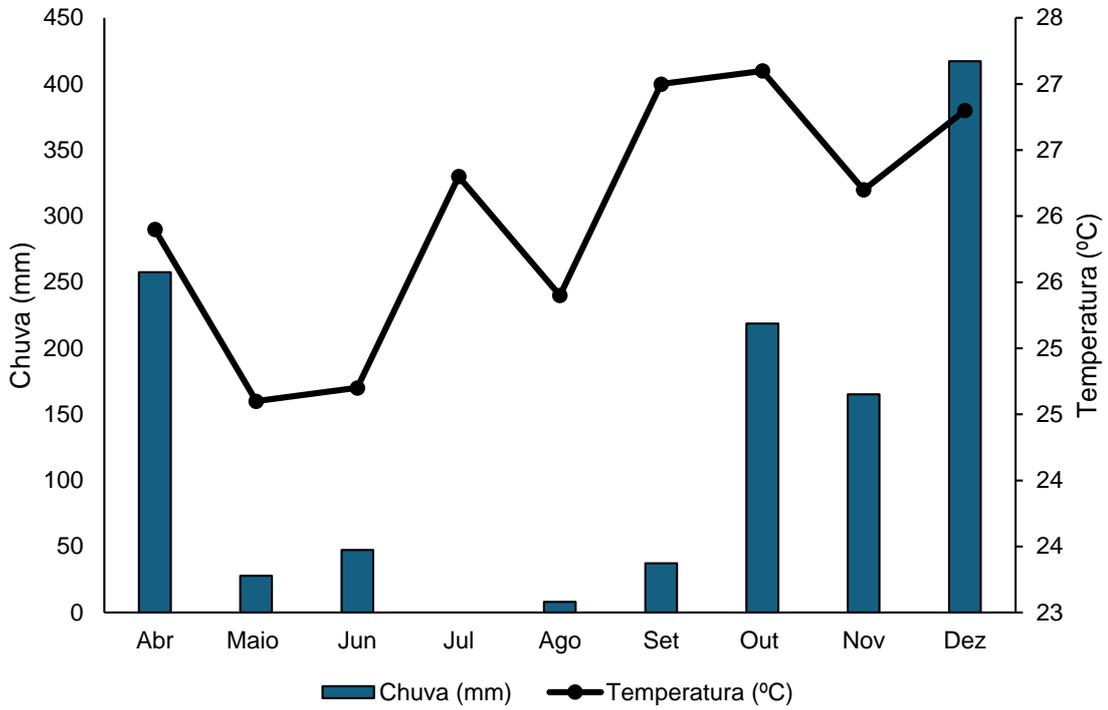
Figura 4. Leitura das tensões da água no solo a 30 cm de profundidade: (a) e (b).
Fonte: Valéria Lopes da Costa.



O manejo de irrigação teve início em 2021, com a realização das leituras durante o período de junho a outubro. Em 2022 e 2023, as leituras foram feitas de maio a outubro, e em 2024, de maio a junho. No primeiro ano, a irrigação iniciou mais tarde devido a alguns ajustes nas tubulações e à baixa disponibilidade de mão de obra devido à pandemia Covid-19. Nos anos seguintes, foi possível normalizar o cronograma.

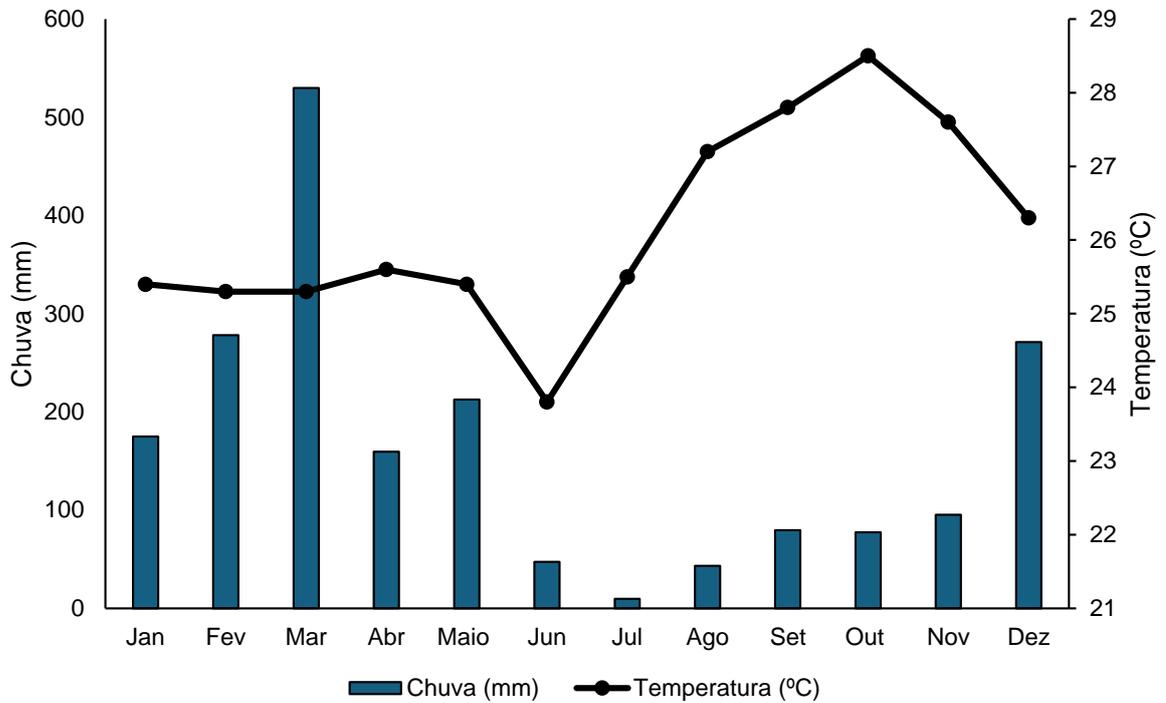
Nesse período, foram realizadas medições diárias de tensões no solo através dos sensores. Quando essas tensões atingiam os valores estabelecidos ou próximos a eles, a irrigação era iniciada, irrigando por um tempo suficiente até atingir a capacidade de campo. O tempo de irrigação foi calculado considerando a curva de retenção ajustada para a área experimental. As variáveis utilizadas, temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e chuva (mm), foram registradas através da estação meteorológica do Inmet, localizada na Universidade Federal do Acre (Figura 5, 6 e 7).

Figura 5. Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a junho de 2022.



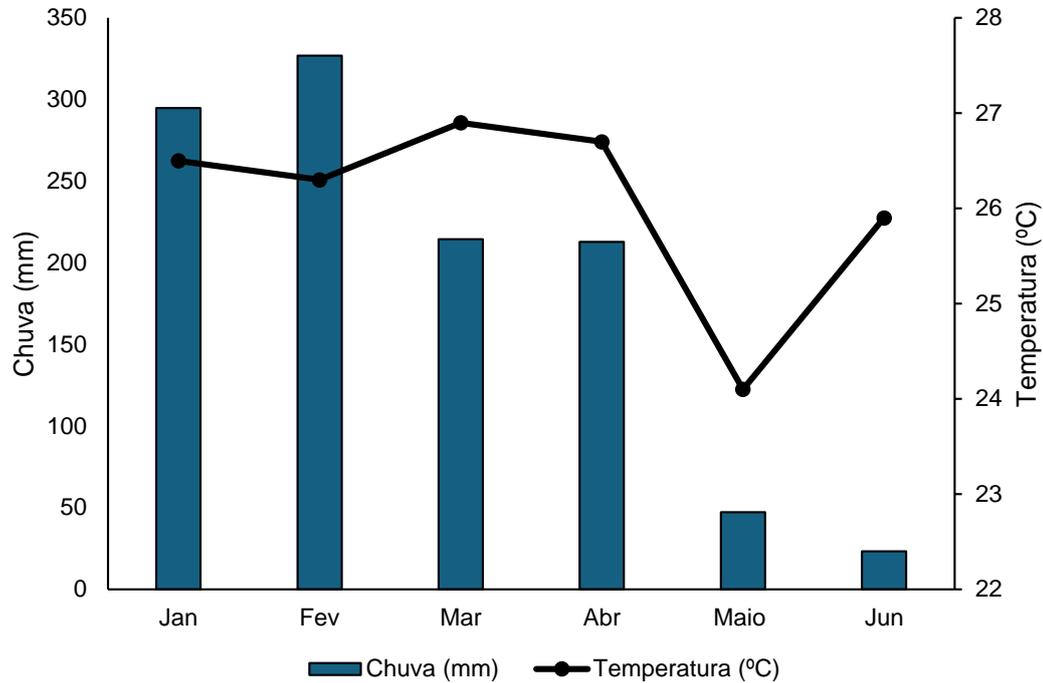
Fonte: Inmet (2024).

Figura 6. Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a dezembro de 2023.



Fonte: Inmet (2024).

Figura 7. Chuva e temperatura do ar na região de Rio Branco (AC) de janeiro a junho de 2024.



Fonte: Inmet (2024).

3.8 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEEIRO

As avaliações de crescimento vegetativo foram realizadas mensalmente desde o início até o final do experimento, onde as seguintes variáveis foram mensuradas: diâmetro da copa em centímetros (cm), medido com régua graduada no sentido da linha de plantio e transversal a ela, obtendo-se a média; comprimento dos ramos plagiotrópicos em centímetros (cm), determinado pelo comprimento do segundo par de ramos plagiotrópicos (distância da extremidade destes até a inserção do ramo ortotrópico, registrada com o auxílio de uma régua graduada), selecionados e marcados previamente no ramo ortotrópico monitorado. Todas as mensurações foram mantidas no par de ramos até que estes fossem podados; então, um novo par foi selecionado. O número de nós no ramo plagiotrópico foi determinado pela contagem do número de nós presentes nos ramos plagiotrópicos monitorados. Além do ramo ortotrópico, em centímetro (mm), sendo as medições realizadas mensalmente (Figura 8).

Figura 8. Determinação da altura das plantas de café (a); medição dos ramos plagiotrópicos (b); e marcação em azul dos ramos plagiotrópicos para avaliação de crescimento (c). Fonte: Valéria Lopes da Costa.



Para calcular o incremento médio de crescimento das cultivares Robusta Amazônico, somou-se a diferença entre as medições finais e iniciais de cada variável ao longo de doze meses de medição, e dividiu-se esse total pelo número de intervalos (Solimões *et al.*, 2023). Este método permitiu determinar a taxa média de crescimento das plantas ao longo do tempo, proporcionando uma análise clara do desenvolvimento das diferentes variáveis estudadas, como o diâmetro da copa, o comprimento dos ramos e o número de nós.

3.9 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Para avaliação da produtividade (Figura 9), as colheitas foram efetuadas manualmente pelo método de derrixa seletiva e total, quando as plantas apresentaram variação de 70 a 80% dos frutos em estágio maduro e no ponto de cereja (Bartholo; Guimarães, 1997). Os frutos colhidos de cada tratamento foram pesados (café da roça), sendo retirada uma amostra de 2 kg, que foi colocada em uma redinha plástica para secagem em estufa, até atingir umidade em torno de 11 a 12%. Essas amostras foram pesadas, obtendo-se o café coco, e posteriormente armazenadas.

Figura 9. Avaliação da produtividade: frutos em estágio maduro e no ponto de cereja (a); colheita manual pelo método de derrça (b); retirada da amostra para secagem (c); e avaliação inicial para o início da colheita (d). Fonte: Valéria Lopes da Costa.



Após 15 dias da secagem, essas amostras foram beneficiadas e novamente pesadas. O rendimento foi determinado através da massa (kg) de café da roça por parcela. Os dados foram posteriormente convertidos para sacas de café beneficiado por hectare, ou seja, a produtividade por hectare (Marcolan *et al.*, 2015).

3.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos aos pressupostos da análise de variância por meio da normalidade dos erros, pelo teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Após atendidas as pressuposições, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019) a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES CAFFEEIROS ROBUSTA AMAZÔNICO

A interação entre as tensões de início da irrigação e variedades foi significativa ($p < 0,05$) para os ramos plagiotrópicos, diâmetro da copa e número de nós. Isso indica que a resposta das cultivares às diferentes tensões de água no solo varia para esses parâmetros específicos. Em outras palavras, algumas cultivares podem ter resultados melhor ou pior a certos níveis de tensão da água no solo, o que influenciou o crescimento lateral, a expansão da copa e a formação de nós. No entanto, para os ramos ortotrópicos, tanto a interação entre tensão da água no solo e cultivares quanto os fatores de tensão e cultivares isolados não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$). Isso sugere que a variação na disponibilidade de água no solo, dentro das tensões avaliadas (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa), não teve um impacto significativo sobre o crescimento dos ramos ortotrópicos (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o incremento médio dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, diâmetro da copa (cm mês^{-1}) e número de nós das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Ortotrópico	plagiotrópico	Copa	Nós
Blocos	2	19,17*	0,43 ^{NS}	2,60 ^{NS}	0,0072 ^{NS}
Tensão	4	0,38 ^{NS}	0,32 ^{NS}	2,67 ^{NS}	0,0067 ^{NS}
Erro 1	8	2,17	0,21	1,80	0,0160
Parcelas	14	-	-	-	-
Variedade	5	0,10 ^{NS}	0,84*	1,40 ^{NS}	0,0695*
Tensão x Variedade	20	0,75 ^{NS}	0,40*	3,93*	0,0172*
Erro 2	50	0,61	0,19	1,97	0,0081
Total	89	-	-	-	-
CV 1 (%)	-	42,60	25,11	42,68	24,92
CV 2 (%)	-	22,45	23,68	44,66	17,85

* Significativo a 5% de significância; ^{NS}: Não significativo; CV: Coeficiente de variação.

As cultivares BRS 1216, BRS 3220 e BRS 3210 (Tabela 5) destacaram-se como os mais promissores em termos de crescimento dos ramos plagiotrópicos sob diferentes níveis de tensão da água no solo. Essas cultivares demonstraram uma maior resiliência e adaptabilidade, especialmente o BRS 3220, que apresentou excelente desempenho mesmo sob condições de maior tensão da água no solo. A escolha de cultivares para o cultivo em regiões com variação na disponibilidade de água no solo pode ser vantajosa para maximizar o crescimento e a produtividade.

Em contrapartida, as cultivares BRS 2299 e BRS 2314 (Tabela 5) mostraram-se mais sensíveis às variações na disponibilidade de água no solo, com incrementos significativamente menores em diversas condições. Essas variedades podem ser mais adequadas para áreas onde o manejo hídrico é rigorosamente controlado e menos suscetível a estresse hídrico.

Tabela 5. Incremento médio dos ramos plagiotrópicos (cm mês^{-1}) das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo (kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	2,60 Aa	1,47 ABb	1,35 Ab	2,23 Aab	1,47 Ab	1,74 Aab
40	2,24 Aa	2,06 Aa	1,65 Aa	2,21 Aa	1,86 Aa	1,89 Aa
60	1,65 Aab	0,86 Bb	1,69 Ab	1,77 Aab	1,30 Ab	2,50 Aa
100	1,88 Aab	1,88 Aab	1,85 Aab	1,26 Ab	1,87 Aab	2,39 Aa
Sem Irrigação	1,92 Aa	1,40 ABa	1,80 Aa	2,18 Aa	2,09 Aa	2,14 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Dessa forma, os resultados sugerem que o manejo da irrigação deve ser adaptado às características específicas de cada cultivar. Cultivar como BRS 1216 e BRS 3220 podem tolerar condições de menor disponibilidade de água sem grandes impactos no crescimento, enquanto cultivares mais sensíveis, como o BRS 2299, podem requerer irrigação mais constante para evitar reduções significativas no desenvolvimento.

Cultivares como BRS 2314, BRS 3220 e BRS 1216 destacaram-se como altamente adaptáveis e resilientes, especialmente em condições de maior tensão da

água no solo (Tabela 6). Sua capacidade de manter ou mesmo aumentar o incremento da copa sob tensões elevadas de tensão da água no solo e sem irrigação os torna opções promissoras para regiões com variabilidade na disponibilidade de água no solo reduzida.

Em contraste, cultivares como BRS 3210, BRS 2299 e BRS 3213 mostraram maior sensibilidade às variações na tensão de água no solo, com desempenho inferior em determinadas condições, especialmente quando a água estava mais disponível ou em situações de alta tensão da água no solo (Tabela 6). Isso sugere que essas cultivares podem exigir um manejo hídrico mais específico e cuidadoso para alcançar o máximo potencial de crescimento.

Tabela 6. Incremento do diâmetro da copa (cm mês⁻¹) das cultivares Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo (kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	3,05 Aa	2,55 Aa	3,24 Aa	2,25 Ba	3,67 Aa	2,67 ABa
40	2,47 Aa	3,19 Aa	2,78 Aa	2,44 Ba	3,26 Aa	1,37 Ba
60	1,83 Ab	2,67 Aab	4,06 Aab	3,12 ABab	3,44 Aab	5,60 Aa
100	2,20 Ab	3,12 Aab	3,04 Aab	5,88 Aa	2,56 Aab	3,99 ABab
Sem Irrigação	4,67 Aa	2,15 Aa	4,38 Aa	2,11 Ba	4,22 Aa	2,28 Ba

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

As diferentes cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico responderam em termos de incremento no número de nós sob diferentes níveis de tensão da água no solo (Tabela 7). De maneira geral, a cultivar BRS 1216 apresentou os maiores incrementos médios, com valores variando de 0,52 a 0,64 nós por mês, destacando-se sob a tensão de 20 kPa (0,64 nós/mês), 40 kPa (0,60 nós/mês) e sem irrigação. Esses resultados indicam que o BRS 1216 tem uma capacidade consistente de formação de nós sob diferentes condições de tensão da água no solo, sugerindo uma boa adaptabilidade tanto em condições de maior ou menor tensão da água no solo.

Por outro lado, a cultivar BRS 2299 mostrou maior sensibilidade às variações na tensão da água no solo, com incrementos significativamente menores, especialmente sob a tensão de 60 kPa (0,27 nós/mês), onde registrou o menor valor

entre todos as cultivares. Isso indica que a cultivar BRS 2299 é menos eficiente na formação de nós em condições de maior tensão da água no solo, o que pode limitar seu desempenho em regiões com disponibilidade irregular de água. Cultivares como BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220 apresentaram desempenho intermediário, com alguns mostrando maior resiliência em determinadas tensões da água no solo, como a cultivar BRS 3220, que teve o maior incremento sob 40 kPa (0,52 nós/mês). Esses resultados enfatizam a importância de um manejo hídrico adequado para otimizar o desempenho de cada cultivar, levando em consideração suas respostas específicas às condições de disponibilidade de água no solo.

A Tabela 7 mostra como as diferentes cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico respondem as tensões de água no solo para o início da irrigação na região de Rio Branco - AC, em termos de incremento do número de nós. A cultivar BRS 1216 se destacou com incrementos médios variando de 0,52 a 0,64 nós/mês, mostrando adaptabilidade em diferentes condições de tensão da água no solo, especialmente sob 20 kPa (0,64 nós/mês) e 40 kPa (0,60 nós/mês). O BRS 3220 também demonstrou resiliência, com o maior incremento sob 60 kPa (0,71 nós/mês) e um desempenho satisfatório SI

Tabela 7. Incremento do número de nós das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em relação aos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo(kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	0,64 Aa	0,37ABb	0,43 Aab	0,57 ABab	0,49 Aab	0,51 Aab
40	0,60 Aa	0,53 Aa	0,47 Aa	0,59 ABa	0,53 Aa	0,52 Aa
60	0,52 Aab	0,27 Bc	0,39 Abc	0,60 Aab	0,43 Abc	0,71 Aa
100	0,54 Aab	0,49 Aab	0,47 Aab	0,39 Bb	0,50 Aab	0,62 Aa
Sem Irrigação	0,53 Aa	0,40 ABa	0,47 Aa	0,50 ABa	0,56 Aa	0,58 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Por outro lado, a cultivar BRS 2299 apresentou maior sensibilidade às variações hídricas, com o menor incremento sob tensão de 60 kPa (0,27 nós/mês), sugerindo que pode não ser ideal para áreas de estresse hídrico elevado. Cultivares como BRS 2314, BRS 3210 e BRS 3213 tiveram desempenho intermediário, com

variações dependendo da tensão da água no solo. Esses resultados sugerem que as cultivares BRS 1216 e BRS 3220 são mais adequados para áreas com variação na disponibilidade de água, enquanto o BRS 2299 pode requerer um manejo hídrico mais cuidadoso.

Os resultados desta pesquisa, que analisam o crescimento de cultivares dos cafeeiros Robusta Amazônico em termos de incremento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, diâmetro da copa e número de nós, refletem as características descritas por Teixeira *et al.* (2020). Essas cultivares, desenvolvidas pela Embrapa Rondônia, foram projetadas para combinar o elevado potencial produtivo e a resistência das variedades botânicas Conilon e Robusta, resultando em plantas híbridas vigorosas e adaptáveis.

A robustez dessas variedades é particularmente evidente no desempenho do BRS 1216, que apresentou incrementos consistentes no número de nós e no diâmetro da copa, destacando-se em condições de estresse hídrico, como a ausência de irrigação e níveis elevados de tensão da água no solo. Esse comportamento está alinhado com as observações de Espíndula *et al.* (2019), que destacaram a alta resistência do BRS 1216 ao estresse hídrico e sua estabilidade produtiva, características cruciais para o cultivo na Amazônia, onde as condições climáticas podem ser desafiadoras.

A importância da irrigação para o crescimento vegetativo dessas cultivares também é corroborada pelos estudos de Cardoso *et al.* (2021), Amaral *et al.* (2018), e Byrareddy *et al.* (2021), que identificaram impactos significativos da irrigação durante a seca na promoção de maiores incrementos na altura dos ramos ortotrópicos e no diâmetro da copa. Isso é evidenciado pelos dados de incremento do diâmetro da copa e o crescimento dos ramos ortotrópicos foram superiores em condições irrigadas. Além disso, a redução no crescimento dos ramos plagiotrópicos sob condições de déficit hídrico pode ser explicada pelo estresse hídrico que, conforme descrito por Taiz *et al.* (2017), reduz o fluxo de seiva e a pressão de turgor, limitando o alongamento celular.

Esses estudos ressaltam a necessidade de um manejo hídrico adaptado, especialmente para cultivares mais sensíveis, como a cultivar BRS 2299, que apresentou desempenho inferior sob maior tensão da água no solo. A pesquisa de Solimões *et al.* (2023) reforça a importância da irrigação adequada para maximizar o potencial de crescimento dessas variedades, garantindo uma produção estável e de

alta qualidade, conforme observado em cultivares como o BRS 1216 e o BRS 3220, que se destacaram mesmo sob condições de estresse hídrico.

A pesquisa de Cardoso *et al.* (2021) mostra que a irrigação durante o período seco aumenta significativamente o comprimento e o número de nós dos ramos plagiotrópicos em cafeeiros Robusta, o que é crucial para o manejo na região de Rio Branco, onde há alternância entre chuvas intensas e secas prolongadas.

Por fim, as práticas de manejo, como a irrigação suplementar durante a estação seca, são essenciais para mitigar a sazonalidade do crescimento dos cafeeiros Robusta na Amazônia, conforme destacado por Lourenço *et al.* (2022) e DaMatta *et al.* (2007). A adoção dessas práticas, combinadas com a seleção de variedades adaptáveis como a BRS 1216, pode garantir o desenvolvimento vigoroso dos ramos e a manutenção da produtividade, mesmo em condições de déficit hídrico. Além disso, a aplicação de práticas culturais, como poda e adubação balanceada, é fundamental para garantir a saúde e o vigor das plantas, maximizando a eficiência produtiva ao longo do ciclo anual, como demonstrado por Marcolan *et al.* (2015) e Fonseca *et al.* (2008).

4.2 PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS ROBUSTA AMAZÔNICO

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise de variância (ANOVA) para a produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) sob diferentes tensões da água no solo para início da irrigação (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco - AC. A interação tripla entre ano, tensão e cultivares foi significativa ($p < 0,05$), evidenciando que a produtividade das variedades é influenciada não apenas por fatores genéticos ou pelo manejo da água no solo de forma isolada, mas pela interação complexa desses fatores em diferentes contextos anuais.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico (BRS 1216, BRS 2299, BRS 2314, BRS 3210, BRS 3213 e BRS 3220) em diferentes níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) em Rio Branco – AC.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F cal	Pr>Fc
Blocos	2	1947,80	973,90	3,74	0,046
Anos	2	512809,14	256404,57	985,53	0,000
Tensão	4	1021,25	255,31	0,98	0,445
erro 1	16	4162,69	260,17	-	-
Variedade	5	26442,11	5288,42	27,00	0,000
Ano x Tensão	8	21331,01	2666,38	13,61	0,0000
Ano x Variedade	10	14391,05	1439,10	7,35	0,000
Tensão x Variedade	20	5414,69	270,73	1,38	0,138
Ano x Tensão x Variedade	40	14766,47	369,16	1,88	0,003
erro 2	162	31729,95	195,86	-	-
Total	269	634016,17	-	-	-
CV 1 (%)	20,11	-	-	-	-
CV 2 (%)	17,45	-	-	-	-

F cal: F calculado. Pr>Fc: P-valor associado à estatística F. CV: Coeficiente de variação.

Esse resultado destaca a importância de práticas de manejo da água em sistemas de irrigação que levem em consideração essas interações, como a seleção de cultivares ou clones mais adaptáveis e o ajuste do manejo da irrigação conforme as condições climáticas de cada ano. Tais abordagens são essenciais para maximizar a produtividade dos cafeeiros Robusta na região amazônica, garantindo uma produção mais eficiente e sustentável.

Observando os efeitos dos diferentes níveis de tensão da água no solo na produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico na primeira safra de 2022, a variedade BRS 1216 destaca-se por seu desempenho superior sob menor tensão da água no solo (20 kPa), alcançando uma produtividade de 72,85 sc ha⁻¹. Esse resultado sugere que a BRS 1216 é altamente adaptável a condições de irrigação controlada com leve estresse hídrico, o que permite maximizar seu potencial produtivo. No entanto, na ausência de irrigação, a produtividade dessa cultivar cai drasticamente para 21,67 sc ha⁻¹, evidenciando a necessidade de um manejo hídrico rigoroso. A cultivar BRS 3213 também sofre uma redução significativa na

produtividade, caindo para 8,58 sc ha⁻¹ sem irrigação. Esses dados sublinham a importância crítica de manter práticas de irrigação apropriadas para essas cultivares, uma vez que a escassez de água pode comprometer severamente a produtividade.

Por outro lado, cultivares como BRS 2299 e BRS 3220 mostraram maior estabilidade produtiva em diferentes níveis de tensão hídrica. O BRS 2299 manteve uma produtividade relativamente constante, com 40,63 sc ha⁻¹ sob 20 kPa e 36,75 sc ha⁻¹ sem irrigação, indicando menor sensibilidade às variações na disponibilidade de água. De forma semelhante, o BRS 3220 demonstrou adaptabilidade ao estresse hídrico moderado, com produtividades que variaram de 41,87 sc ha⁻¹ sob 20 kPa a 17,44 sc ha⁻¹ sem irrigação. Em contraste, a cultivar BRS 3210, apesar de alcançar a maior produtividade sob tensão da água no solo em 60 kPa, com 40,54 sc ha⁻¹, revelou extrema sensibilidade à falta de água, registrando uma produtividade mínima de apenas 0,36 sc ha⁻¹ sem irrigação. Isso sugere que o BRS 3210 depende de um manejo hídrico rigoroso para atingir seu pleno potencial produtivo (Tabela 9).

Tabela 9. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico na primeira safra (2022) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo (kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	72,85 Aa	40,63 Aab	40,28 Aab	28,41 ABb	31,07 ABb	41,87 Aab
40	48,74 ABa	47,11 Aa	32,05 Aa	17,32 ABa	41,60 Aa	36,18 Aa
60	33,49 Ba	33,23 Aa	35,61 Aa	40,54 Aa	25,52 ABa	20,57 Aa
100	36,67 Ba	36,31 Aa	36,36 Aa	15,44 ABa	25,74 ABa	32,92 Aa
Sem Irrigação	21,67 Bab	36,75 Aa	10,55 Aab	0,36 Bb	8,58 Bab	17,44 Aab

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em relação a segunda colheita (2023), percebe-se que a maioria das cultivares apresentou um bom desempenho sob condições de tensão hídrica variada (Tabela 10). Cultivar como BRS 1216 demonstra resiliência ao estresse hídrico, especialmente sem irrigação, onde alcançaram produtividades de 191,88 sc ha⁻¹. Cultivares como BRS 2299 e BRS 3220 destacaram-se por sua estabilidade, com produtividades elevadas e consistentes em diferentes condições de irrigação, variando de 135,73 sc ha⁻¹ a 141,60 sc ha⁻¹ para o BRS 2299 e de 125,25 sc ha⁻¹ a

143,14 sc ha⁻¹ para o BRS 3220, tornando-os escolhas versáteis para cultivo em regiões com variabilidade na disponibilidade de água no solo (Tabela 10).

Tabela 10. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico na segunda safra (2023) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo (kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	115,99 Ba	135,73 Aa	114,14 Aa	142,44 ABa	144,53 ABa	125,25 Aa
40	151,31 Ba	144,68 Aa	104,27 ABb	151,16 ABa	148,20 ABa	139,13 Aa
60	153,63 Ba	142,83 Aa	98,10 ABb	162,88 Aa	156,40 Aa	138,94 Aa
100	134,81 ABa	134,81 Aa	82,06 Bb	120,25 Ba	119,38 Ba	128,18 Aa
Sem Irrigação	191,88 Aa	141,60 Abc	126,48 Ac	160,41 Aab	165,97 Aab	143,14 Abc

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Por outro lado, cultivares como BRS 2314 mostraram maior sensibilidade ao estresse hídrico, com quedas significativas na produtividade sob tensões elevadas, como observado em 60 kPa (98,10 sc ha⁻¹) e 100 kPa (82,06 sc ha⁻¹). Isso sugere a necessidade de um manejo hídrico mais cuidadoso para garantir o pleno potencial produtivo dessas variedades. Em suma, os resultados indicam que o manejo hídrico precisa ser adaptado às características específicas de cada variedade, com particular atenção para aqueles que demonstram maior sensibilidade ao déficit hídrico, a fim de otimizar a produtividade na segunda safra dos cafeeiros Robusta na região de Rio Branco - AC.

Por fim, os resultados da produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico durante a terceira safra de 2024, sob diferentes níveis de tensão da água no solo, observa-se que cultivares como BRS 1216 e BRS 3210 demonstraram uma alta adaptabilidade, mantendo produtividades elevadas mesmo sem irrigação, alcançando 98,72 sc ha⁻¹ e 74,04 sc ha⁻¹, respectivamente, tornando-os escolhas Robustas para regiões com variabilidade hídrica. Em contraste, cultivares como BRS 2314 e BRS 3220 mostraram maior sensibilidade às variações na disponibilidade de água, com quedas significativas na produtividade sob estresse hídrico. O BRS 2314, por exemplo, apresentou uma produtividade mínima de 31,36 sc ha⁻¹ sem irrigação, enquanto o BRS 3220 caiu para 53,68 sc ha⁻¹ nas mesmas condições.

Tabela 11. Impacto dos níveis de tensão da água no solo (Sem Irrigação, 20 kPa, 40 kPa, 60 kPa e 100 kPa) na produtividade de cultivares de cafeeiro Robusta amazônico na terceira safra (2024) em Rio Branco – AC.

Tensão da água no solo (kPa)	Cultivares					
	BRS 1216	BRS 2299	BRS 2314	BRS 3210	BRS 3213	BRS 3220
20	74,65 Aab	88,23 Aa	48,12 Ab	64,94 Aab	84,53 Aa	69,10 ABab
40	83,60 Aa	87,61 Aa	47,04 Ab	78,36 Aab	77,74 Aab	55,07 Bab
60	75,89 Aa	85,76 Aa	35,17Ab	65,40 Aab	68,48 Aa	83,60 ABa
100	78,36 Aa	84,53 Aa	61,70 Aa	92,55 Aa	84,53 Aa	87,61 Aa
Sem Irrigação	98,72 Aa	64,47 Ab	31,36 Ac	74,04 Aab	70,03 Aab	53,68 Bcb

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Esses resultados sugerem que, para otimizar a produtividade na terceira safra, o manejo hídrico deve ser ajustado às necessidades específicas de cada cultivar. Cultivar mais sensível, como o BRS 2314, podem exigir uma irrigação mais frequente para alcançar seu máximo potencial produtivo enquanto cultivares mais adaptáveis, como o BRS 1216, podem oferecer maior flexibilidade em condições de maior tensão da água no solo garantindo uma produtividade estável mesmo em cenários de reduzida disponibilidade de água no solo.

A análise dos três anos revela que a produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico é fortemente influenciada pelas condições de irrigação e, possivelmente, por fatores climáticos anuais. Cultivares como BRS 1216 e BRS 3210 demonstram uma resiliência impressionante ao longo das três safras, mantendo produtividades elevadas mesmo sob estresse hídrico. Essas cultivares são particularmente adequados para regiões com variabilidade hídrica, onde a disponibilidade de água pode ser fator limitante.

Por outro lado, cultivares como BRS 2314 e BRS 3220 mostram maior sensibilidade ao déficit hídrico, com quedas significativas na produtividade sem irrigação. Isso sugere que essas variedades podem requerer um manejo hídrico mais rigoroso para atingir seu potencial máximo.

Os resultados obtidos por Bergo *et al.* (2008) na avaliação de genótipos de cafeeiros arábica e Robusta no Acre destacam a importância de adaptar as variedades às condições edafoclimáticas locais para maximizar a produtividade. A pesquisa demonstrou que os genótipos de *Coffea canephora*, embora mostrassem

boa adaptação vegetativa, apresentaram sintomas de deficiência hídrica durante a época seca, impactando negativamente a produtividade.

A variedade botânica Robusta tem seu centro de origem em regiões de floresta tropical na África, enquanto a variedade Conilon origina-se de regiões africanas de baixas altitudes e temperaturas elevadas (Dalazen *et al.*, 2019). As plantas de Robusta são geralmente mais altas e vigorosas, possuindo folhas maiores em comparação aos genótipos de Conilon (Rocha *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022).

A pesquisa de Ferrão *et al.* (2017) enfatiza que as variedades de *Coffea canephora*, incluindo os grupos Conilon e Robusta, apresentam ampla variabilidade genética e necessitam de estratégias específicas de irrigação para otimizar seu desempenho.

Variedades como BRS 1216 e BRS 3210 demonstraram maior resiliência e estabilidade produtiva em condições de estresse hídrico, refletindo suas características genéticas superiores e adaptação às condições edafoclimáticas da região amazônica. A adaptação e o manejo apropriado dessas variedades são essenciais para garantir a sustentabilidade e a alta produtividade das lavouras de café Robusta na região.

Os dados da Embrapa Rondônia (2019) destacam características cruciais das variedades de Robusta Amazônico que influenciam a produtividade e adaptabilidade das plantas em diferentes condições de irrigação. A cultivar BRS 1216 mostrou resiliência ao estresse hídrico, evidenciada pelo bom desempenho sem irrigação na safra de 2024, atribuído à sua alta resistência ao tombamento e arquitetura favorável.

Os dados climáticos fornecidos pelo INMET (2024) mostram variações significativas na precipitação pluviométrica ao longo do período experimental, com altos índices nos inícios de 2022, 2023 e 2024, seguidos por períodos de seca prolongada, especialmente nos meses de junho a novembro. Essa alternância entre chuvas intensas e secas prolongadas provavelmente impactou o desenvolvimento e a produtividade das cultivares Robusta amazônico. Cultivar como o BRS 2299, que demonstraram resiliência em diferentes condições de irrigação, provavelmente mantiveram a produtividade devido à sua adaptabilidade. Em contraste, variedades mais sensíveis ao estresse hídrico, como o BRS 2314, necessitaram de manejo hídrico mais preciso para maximizar a produtividade. A estabilidade das temperaturas do ar sugere que a disponibilidade de água no solo foi o principal fator de estresse,

destacando a importância de estratégias de irrigação ajustadas às condições específicas de cada ano para sustentar a produtividade.

A pesquisa de Kath *et al.* (2021) mostra que condições climáticas variáveis, como baixos níveis de precipitação pluviométrica durante o crescimento e altos níveis de precipitação combinados com temperaturas elevadas durante a colheita, afetam significativamente o tamanho e a qualidade dos grãos de café Robusta. Esses resultados são particularmente relevantes para a análise da produtividade das variedades de Robusta amazônico no Acre, onde a variabilidade na precipitação tem sido um fator constante. Por exemplo, durante as safras de 2022 a 2024, os períodos de seca prolongada seguidos por chuvas intensas provavelmente contribuíram para a variação observada na produtividade e qualidade dos grãos. Cultivar como o BRS 2299 mostraram resiliência ao estresse hídrico, mantendo produtividade estável, enquanto outros, como o BRS 2314, necessitaram de manejo hídrico específico para otimizar a produtividade.

Marcolan e Espíndula (2015) enfatiza a importância crucial do manejo hídrico e das práticas culturais na produção de café Robusta na região amazônica. Os autores apontam que as variações climáticas, particularmente a distribuição irregular das chuvas e as altas temperaturas, podem ter um impacto significativo no desenvolvimento e na produtividade das plantas de cafeeiro. Em Rondônia, por exemplo, a irrigação adequada durante os períodos de seca é essencial para sustentar o crescimento vegetativo e a produção de frutos. Além disso, a aplicação de práticas culturais como a poda, a adubação equilibrada e o controle de pragas e doenças são fundamentais para manter a saúde das plantas e otimizar a produtividade. A pesquisa conclui que a adoção dessas estratégias de manejo hídrico e cultural pode mitigar os efeitos adversos das condições climáticas, garantindo assim a sustentabilidade e a eficiência da produção de café Robusta na região amazônica.

O estudo realizado por Cruz e Andrade (2023) aponta que a maioria das propriedades produtoras de café Robusta utiliza água de represas para irrigação durante o período seco, de julho a setembro, destacando a dependência significativa dessas fontes hídricas para sustentar a produção durante os meses de menor precipitação pluviométrica.

A pesquisa de Byrareddy *et al.* (2021) sobre a adaptação à seca dos produtores de café Robusta no Vietnã destaca que práticas como irrigação e cobertura do solo são cruciais para manter a produtividade em anos de seca. A adoção de práticas de

mitigação da seca, como a cobertura do solo, que mostrou um aumento médio de 10,2% nos benefícios econômicos, pode ser uma estratégia valiosa para os produtores do Acre. As condições climáticas variáveis e a disponibilidade limitada de água ressaltam a necessidade de políticas que otimizem o uso da água e aumentem a resiliência climática dos sistemas de produção de café.

5 CONCLUSÕES

As cultivares BRS 1216 e BRS 3220 demonstram crescimento superior em todas as variáveis analisadas, destacando-se por sua notável adaptabilidade mesmo sob condições de estresse hídrico, especialmente em tensões da água no solo de 20 kPa e sem irrigação. Em contraste, a cultivar BRS 2299 mostra maior sensibilidade, particularmente no incremento dos ramos e no número de nós, sugerindo que seu crescimento pleno requer um manejo hídrico mais cuidadoso.

A análise da produtividade das cultivares de cafeeiro Robusta Amazônico ao longo das safras de 2022, 2023 e 2024 reafirma a importância crítica do manejo hídrico para otimizar o desempenho das lavouras. Cultivares como BRS 1216 e BRS 2299 demonstram alta resiliência e estabilidade produtiva, mesmo sob estresse hídrico, tornando-se opções robustas para regiões com variabilidade hídrica. Em contrapartida, a cultivar BRS 2314 revela maior sensibilidade à falta de água no solo, com quedas significativas de produtividade em tensões como 60 kPa e sem irrigação, o que evidencia a necessidade de um manejo hídrico mais preciso para alcançar seu potencial máximo.

A adaptação do manejo da água em sistemas de irrigação às características específicas de cada cultivar é, portanto, essencial para garantir a sustentabilidade e a maximização da produtividade das lavouras de café Robusta na Amazônia.

REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. 2019. Disponível em: <[www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF= AC](http://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=AC)>. Acesso em: 22 jul. 2022.
- ALMEIDA, A. de P. M. Manejo da irrigação no cultivo da pimenta-de-cheiro. 2021. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2021. Disponível em: <http://www2.ufac.br/ppga/menu/dissertacoes/dissertacoes-2/2021/maila-pereira-de-almeida.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Jan. 2014. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 30 jul. 2024.
- AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; MIRANDA, F. R. de. **Manejo da irrigação localizada na cultura do coqueiro-anão por meio de tensiometria**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 175). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141679/1/cot-175.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- AVILA, R. T. *et al.* Coffee plants respond to drought and elevated [CO₂] through changes in stomatal function, plant hydraulic conductance, and aquaporin expression. **Environmental and Experimental Botany**, v. 177, p. 104148, Sept. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009884722030174X>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- BABOEV, S. K.; BURANOV, A. K.; BOZOROV, T. A.; ADYLOV, B. S. H.; MORGUNOV, A. I.; MUMINZHONOV, K. H. Biological and agronomical assessment of wheat landraces cultivated in mountain areas of Uzbekistan. **Agricultural Biology**, Moscou, v. 52, n. 3, p. 553-560, Jun. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/368309088_553. Acesso em: 29 jul. 2024.
- BARRETO, C. V. G.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; SILVA, E. A.; PIRES, R. C. Distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado por gotejamento em Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 641-647, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/QMK7ppcTvqR4L6GdRzDMq7b/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARAES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.
- BERGO, C. L.; PEREIRA, R. de C. A.; SALES, F. de. Avaliação de genótipos de cafeeiros Arabica e Robusta no estado do Acre. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 11-16, jan./fev., 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/qxJJfxJFsw6b87W3tSMjvhJ/>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BISPO, R. de C.; FLORES, D. S.; SANTOS NETA, H. B. dos; VENTURA, K. M.; QUEIROZ, S. O. P. Manejo de irrigação para cultivo de pimentão em ambiente protegido. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Disponível em: <https://icolibri.com.br/public/biblioteca/iv-inovagri-meeting/RES3870664>. Acesso em: 30 jul. 2024.

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C. de; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 233-240, out./dez. 2008. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/3314>. Acesso em: 30 jul. 2024.

BRITO, L. T. de L.; BRAGA, M. B.; NASCIMENTO, T. Impactos ambientais da irrigação no Semiárido brasileiro. In: BRITO, L. T. de L.; MELO, R. F. de; GIONGO, V. (Ed.). **Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido**, 2010. cap. 5, p. 137-169. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/875504/1/Impactos-ambientais-da-irrigacao-no-Semiarido-brasileiro..pdf>. Acesso em: 26 abr. 2024.

BYRAREDDY, V. N.; DUCROT, R.; LUCAS, M.; MEROT, A. Coping with drought: Lessons learned from Robusta coffee growers. **Agricultural Water Management**, v. 248, p. 1-11, Apr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106796>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CARDOSO, I. V.; LUNZ, A. M. P.; LIMA, M. S.; COSTA, V. L.; LESSA, L. S.; BARBOSA, V. S. Avaliação do crescimento de variedades clonais de *Coffea canephora* irrigado e em sequeiro. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 5., 2021, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1157470>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CARVALHO, J. de A.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 236-245, maio/jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/605/405>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2021/22**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COSTA, F. S.; ZAGO, M. F.; FRANKE, I. L. Evapotranspiração de referência para Rio Branco, Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2017, Juazeiro-BA/Petrolina-PE. **Anais [...]**. Juazeiro-BA/Petrolina-PE: [s.n.], 2017. p. 1-8.

CRUZ, A. dos S.; ANDRADE, N. L. R. Fontes de água e qualidade do solo em área irrigada para produção do café Robusta (*Coffea canephora*) na Região Amazônica: Estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel do Guaporé – RO. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 5, n. 2, p. 1-15, dez. 2023. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/32318>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; RODRIGUES, C. R.; MORAES, G. S.; SILVA, I. O. F.; ALVES, D. K. M. Uniformidade de irrigação por gotejamento sob fertirrigação com fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 7, p. 3118-3128, nov./dez. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331600897>. Acesso em: 29 jul. 2024.

DALAZEN, J. R.; ROCHA, R. B.; ESPÍNDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; DALAZEN, J. R. Base genética da cafeicultura e caracterização dos principais clones cultivados no estado de Rondônia. In: PARTELLI, F. L.; ESPÍNDULA, M. C. (Orgs.). **Café Conilon: conhecimento para superar desafios**. Alegre, ES, 2019. p. 165-178. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207167/1/Capitulo11LIVRO-Simposio-2019-1.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; PINHEIRO, H. A.; DUCATTI, C.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance of two field-grown clones of *Coffea canephora*. **Plant Science**, v. 164, n. 1, p. 111-117, jan. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945202003424>. Acesso em: 29 jul. 2024.

DAMATTA, F.; RAMALHO, J. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 55-81, mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjpp/a/bDfpJwLr4xLcznSwy4b9zkg/?lang=en>. Acesso em: 29 jul. 2024.

DELGADO, R.; SOUZA, L.; RODRIGUES, R.; OLIVEIRA, E.; SANTOS, R. Tendência climática de aumento da temperatura mínima e da pressão de saturação do vapor d'água na Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2584-2598, nov. 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3817>. Acesso em: 29 jul. 2024.

EMBRAPA RONDÔNIA. **Robustas Amazônicas: novas variedades híbridas**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197415/1/Robustas.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ESPÍNDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; DIOCLECIANO, J. M.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. de F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. de F. **Novas variedades de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental Brasileira: principais características**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2019. 36 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 413). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216116/1/cpafro-18257-cot-413.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. **Origin, geographical dispersion, taxonomy and genetic diversity of *Coffea canephora***. In: FERRÃO, R. G. *et al.* (Ed.). **Conilon Coffee**. 3. ed. rev. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 2019. cap. 4, p. 85-109. 974 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3540/1/chapter-04-origin-geographical-dispersion-taxonomy-genetic-diversity.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2024.

FERRÃO, R. G.; FERRAO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; COMÉRIO, M. Variedades de cafés Conilon e Robusta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 41, n. 309, p. 17-25, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139173/variedades-de-cafes-conilon-e-Robusta>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; COMÉRIO, M. Cafés Conilon e Robusta: potencialidades e desafios. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 41, n. 309, p. 17-25, 2020.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2. ed. rev. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 2017. 783 p. Disponível em: <http://portalcoffea.com/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Cafe-Conilon-2a-Edicao.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Variedades de café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Org.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 203-225. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/1071/1/BRT-circulartecnicacafeconilon-rferrao.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FAZUOLI, L. C. Variedades do café Robusta. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Variedades de café: origem, características e recomendações**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2008. p. 255-280.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A. de. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012. 356 p. ICO (International Coffee Organization). **Coffee market report**. Disponível em: <http://www.ico.org>. Acesso em: 25 jul. 2024.

INMET (Instituto Nacional De Meteorologia). **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 25 jul. 2024.

KATH, J.; BYRAREDDY, V. M.; MUSHTAQ, S.; CRAPARO, A.; PORCEL, M. Temperature and rainfall impacts on Robusta coffee bean characteristics. **Climate Risk Management**, v. 32, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100281>. Acesso em: 29 jul. 2024.

KLAR, E. A.; SILVA, A. O. da; FRANÇA, E. F. de. Eficiência de uso da água em variedades de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 27-36, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f377b648-a153-4361-b916-c42f84c9d8e2/content>. Acesso em: 29 jul. 2024.

LOCATELLI, V. da E. R.; MEDEIROS, R. D. de; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; ARAÚJO, W. F. **Desenvolvimento vegetativo de variedades de feijão-caupi sob lâminas de irrigação no cerrado Roraimense**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas, p. 28-39, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153810/1/934-8697-1-PB.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2018.

LOURENÇO, F. L. A.; ANDRADE, M. L. G.; PEREIRA, L. L.; RIBEIRO, J. L. G.; ROCHA, R. B.; ESPÍNDULA, M. C. Genotype environment interaction in the coffee outturn. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 4, p. 1265-1285, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n4p1265>. Acesso em: 29 Jul. 2024.

MACEDO, A. B. M. **Produção e eficiência de uso da água da bananeira cv. Pacovan Ken sob diferentes tensões de água no solo**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17624>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 474 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1023755>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C.; MENDES, A. M.; SOUZA, K. W. Manejo nutricional. *In*: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. (Org.). **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 8, p. 175-194.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. de F.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. de M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros conilon e Robusta para Rondônia**. 3. ed. rev. atual. Porto Velho: Embrapa Rondônia: Emater-RO, 2009. 67 p. (Embrapa Rondônia. Sistema de produção, 33). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-RO-2010/14339/1/sp33-cafe.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. dos. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, abr./jun. 2007. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6627>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; GOLYNSKI, A.; PIMENTEL, N. de S.; FERREIRA, A.; BERNARDES, C. de O.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; RAMALHO, J. C. Adaptability and stability of *Coffea canephora* genotypes cultivated at high altitude and subjected to low temperature during the winter. **Scientia Horticulturae**, v. 252, p. 238-242, Jun. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819302183>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MOTA, F. G. dos S.; SOUZA, L. P. de; ALMEIDA, M. P. de. Irrigação suplementar em feijões crioulos. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 851-861, ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4252>. Acesso em: 29 jul. 2024.

PARTELLI, F. L.; ESPÍNDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of Conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 214-222, Feb. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/SLCdgS6qx5GD5qMgDfymMZL/?lang=en>. Acesso em: 29 jul. 2024.

PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 8, p. 108-116, jul. 2013. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/26948>. Acesso em: 29 jul. 2024.

PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E. **Produção de mudas de café “conilon” por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. 12 p.

RAMALHO, J. C.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; MARTINS, L. D.; SIMÕES-COSTA, M. C.; LEITÃO, A. E.; FORTUNATO, A. S.; BATISTA-SANTOS, P.; PALOS, I. M.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M. Sustained photosynthetic performance of *Coffea* spp. under long-term enhanced [CO₂]. **PLoS ONE**, v. 8, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082712>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; RAMALHO, A. R.; ESPÍNDULA, M. C.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. de F. *Coffea canephora* breeding: estimated and achieved gains from selection in the Western Amazon, Brazil. **Ciência Rural**, v. 51, n. 5, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4DvjwtrP754sQn39XQYkTZr/?lang=en>. Acesso em: 29 jul. 2024.

RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: INOVAGRI, 2017. 327 p.

RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; FERREIRA, L. S.; MACHADO FILHO, J. A.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; FERRAZ, T. M.; BERNADO, W. P.; BEZERRA, L. B. S.; ABREU, D. P. de; CESPOM, L.; RAMALHO, J. C.; CAMPOSTRINI, E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. **Science**, v. 69, n. 3, p. 317-325, Mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/CP17044>. Acesso em: 29 jul. 2024.

RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; CAMPOSTRINI, E.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; FERRAZ, T. M.; PARTELLI, F. L.; RAMALHO, J. C. Physiological aspects, growth and yield of *Coffea* spp. in areas of high altitude. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 5, p. 666-674, 2016. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20163258274>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SÁ, C. P. de; BERGO, C. L.; LIMA, M. N. de; FERREIRA, O. Características gerais da cafeicultura no estado do Acre. In: BERGO, C. L.; BARDALES, N. G. (Ed.). **Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora (*Coffea canephora*) no Acre**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 15-21. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178609/1/26628.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

SANTANA, M. de; CHAVES, H. H.; OLIVEIRA, M. E. F. de; FERNANDES, L. T.; CALZADO, M. A.; FERREIRA, N. F. Estimativa da evapotranspiração e dos coeficientes de cultivo da cultura da beterraba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 14, n. 4, p. 4141-4153, jul./set. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/349133271>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SAXTON, K. E.; RAWLS, W. J.; ROMBERGER, J. S.; PAPENDICK, R. I. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, p. 1031-1036, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000040039x>. Acesso em: 29 jul. 2024

SCHEEL, G. L.; PAULI, E. D.; RAKOCEVIC, M.; BRUNS, R. E.; SCARMINIO, I. S. Environmental stress evaluation of *Coffea arabica* L. leaves from spectrophotometric fingerprints by PCA and OSC-PLS-DA. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 12, n. 8, p. 4251-4257, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arabjch.2016.05.014>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SILVA, A. O.; SILVA, Ê. F.; BASSOI, L. H.; KLAR, A. E. Desenvolvimento de de beterraba sob diferentes tensões da água no solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 12-18, jan. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100003>. Acesso em: 30 jul. 2024.

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de; GUERRA, A. F.; ANDRADE, L. M. de; ANTONINI, J. C. dos A. **Manejo de irrigação por tensiometria para culturas de grãos na região do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 60 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 6). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/3501/1/cirtec-06.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SILVA, G. N.; BARROSO, L. M. A.; CRUZ, C. D.; ROCHA, R. B.; FERREIRA, F. M. Factor analysis for plant and production variables in *Coffea canephora* in the Western Amazon. **Coffee Science**, v. 17, p.1-8, jul. 2022. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1985>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. Irrigação do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 345-389.

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. de F.; FERRÃO, M. A. G.; DAMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E. Resposta fisiológica de variedades de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 457-464, maio 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/RhbcLFTDZbRGBvV5gMgK4QD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SOLIMÕES, F. C. R.; ESPÍNDULA, M. C.; TEIXEIRA FILHO, A. de J.; SOUSA, A. L. B. de; FERREIRA, F. M. Seasonal vegetative growth of *Coffea canephora* associated with two water management in the South-Western Amazon. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 44, n. 4, p. 1265-1286, jul./ago. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n4p1265>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SOUZA, D. F. S.; PINTO, J. V. N.; COSTA, D. L. P.; VIEIRA, I. C. O.; SILVA, T. G. F. S.; SOUZA, P. J. O. P. Controles biofísicos da evapotranspiração no cultivo do feijão-

caupi sob diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p. 725-732, ago. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vzzn46gMSVmmQXzNLkSStHC/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SOUZA, F. de F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. dos. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. Disponível em: (Documentos / Embrapa Rondônia, 93). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SOUZA, J.; PEREIRA, L.; REIS, E. Desempenho de sistema de irrigação localizada em café conilon e arábica no sul do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, jul. 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2740>. Acesso em: 1 mar. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; ANGUS, M. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPÍNDULA, M. C.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. de F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. de F. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. 1-15, Jul./Sep. 2020.

TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; MARINHO, L. B.; SOUZA, C. F.; FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento de um modelo numérico para modelagem do bulbo molhado em irrigação por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, Edição especial 1, p. 11-20, 2014. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1696/954>. Acesso em: 29 jul. 2024.

TRINDADE, J. C.; GUIMARÃES, S. L.; CASTANHEIRA, D. T.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, M. A. de F. Clorofila de cafeeiros oriundos de embriogênese somática da cultivar Siriema implantados com diferentes lâminas de irrigação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Resumos** [...]. Novas tecnologias para um bom café produzir. Brasília, DF: Embrapa Café, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169340/1/Clorofila-de-cafeeiros-oriundos-de-embriogeneses-somatica.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Desenho experimental da área

Avaliação dos efeitos das tensões da água no solo sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo de clones de cafeeiros Canéfora

