

BALANÇO HÍDRICO PARA O CULTIVO DO CAFÉ (*Coffea canephora*) NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO, TARAUCÁ E CRUZEIRO DO SUL, ACRE

JORGE WASHINGTON DE SOUSA¹; MAURO JORGE RIBEIRO²
E MARIA LIZETE AQUINO DE SOUZA³

¹Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rodovia BR 364 km 04, Distrito Industrial, CEP 69920-900, Rio Branco, Acre, Brasil, jorge.sousa@ufac.br

²Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rodovia BR 364 km 04, Distrito Industrial, CEP 69920-900, Rio Branco, Acre, Brasil, mauro.ribeiro@ufac.br

³Instituto de Desenvolvimento da Educação Profissional Dom Moacyr Grechi, Rua Riachuelo s/n, José Augusto, 69910-100, Rio Branco, Acre, Brasil, mosele_aquino@yahoo.com.br

1 RESUMO

O balanço hídrico é uma relevante ferramenta para a determinação dos períodos de deficiência e excedente hídrico que interferem no crescimento, no desenvolvimento e na produção dos cafeeiros. O objetivo desta pesquisa foi determinar o balanço hídrico para a cultura do café (*Coffea canephora*) nos municípios de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, baseando-se nas séries de dados disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando-se um solo de textura média, com capacidade de água disponível (CAD) de 55 mm, diferentes coeficientes de cultura (Kc) e espaçamento entre linhas longo, adensado e superadensado. A deficiência hídrica anual nos municípios de Rio Branco e Tarauacá, Acre, variou de 96 a 384 mm e de 55 a 358 mm, respectivamente, podendo comprometer as fases fenológicas vegetativa e reprodutiva do cafeeiro (*Coffea canephora*), evidenciando a necessidade crucial do uso da irrigação suplementar nessas localidades. Enquanto, em Cruzeiro do Sul, Acre, ocorreu a menor deficiência hídrica anual entre as localidades avaliadas, que oscilou de 23 a 237 mm no período de maio a setembro, sendo também indicada a irrigação suplementar regular nessa localidade.

Palavras-Chave: coeficiente de cultivo, deficiência hídrica, evapotranspiração.

SOUSA, J.W.; RIBEIRO, M.J.; SOUZA, M. L. A.
WATER BALANCE FOR CULTIVATION OF COFFEE (*Coffea canephora*) IN THE MUNICIPALITIES OF RIO BRANCO, TARAUCÁ AND CRUZEIRO DO SUL, ACRE

2 ABSTRACT

The water balance is an important tool for determining periods of water deficiency and surplus that interfere with the growth, development, and production of coffee trees. This research aimed to determine the water balance for the coffee crop (*Coffea canephora*) in the municipalities of Rio Branco, Tarauacá, and Cruzeiro do Sul, Acre, based on the data series available at the National Institute of Meteorology (INMET), considering a medium-textured soil with available water capacity (AWC) of 55 mm, different crop coefficients (Kc), and long, dense, and super-

dense crop row spacing. The annual water deficiency in the municipalities of Rio Branco and Tarauacá, Acre, ranged from 96 to 384 mm and from 55 to 358 mm, respectively, which may compromise the vegetative and reproductive phenological phases of coffee plants (*Coffea canephora*), highlighting the crucial need for the use of supplementary irrigation in these locations. While, in Cruzeiro do Sul, Acre, there was the lowest annual water deficiency among the locations evaluated, which oscillated from 23 to 237 mm from May to September, so that regular supplementary irrigation is also indicated in this location.

Keywords: cultivation coefficient, water deficiency, evapotranspiration.

3 INTRODUÇÃO

A cafeicultura desempenha uma função relevante para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, garantindo a geração de postos de trabalho em toda a cadeia produtiva, a fixação do homem no campo e a arrecadação de impostos (AVELLAR; BOTELHO; ORTEGA, 2017). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), os 44,7 milhões de sacas de café produzidas no País em 2017, representam a área total cultivada de 2.208,9 mil hectares (345,2 mil hectares em formação e 1.863,7 mil hectares em produção), com uma produtividade média de 1.380 kg/hectare para o café arábica (*Coffea arabica* L.) e de 1.683 kg por hectare para o café *Coffea canephora*.

No estado do Acre, o *Coffea canephora* respondeu por cerca de 98% da produção de café, com 909 toneladas colhidas em uma área de 661 hectares, com produtividade média de 1.375 kg/ha, sendo essa inferior à produtividade média nacional. Os plantios de café no Acre estão localizados principalmente nos municípios de Acrelândia, Brasiléia e Manuel Urbano, com cerca de 50, 17 e 7 % da área total cultivada, respectivamente (IBGE, 2017). Apesar de sua importância social e econômica, a cafeicultura é pouco competitiva na região devido às deficiências estruturais, logísticas e o baixo nível de adoção de tecnologias (ALVARES *et al.*, 2018).

Segundo Amaral *et al.* (2018), as condições climáticas influenciam no

crescimento, no desenvolvimento e na produtividade dos cultivos agrícolas. De acordo com Gonçalves (2001), as variáveis meteorológicas que influenciam mais diretamente nas mudanças de fases fenológicas das culturas permanentes são a precipitação pluvial e a temperatura do ar, sendo a disponibilidade hídrica no solo, uma das principais condicionantes da produtividade anual. Segundo Araújo *et al.* (2018), na fase vegetativa do cafeeiro é necessário que a água esteja disponível no solo para promover o crescimento dos ramos plagiotrópicos, e na fase reprodutiva, para desenvolver os frutos e alcançar uma produtividade satisfatória.

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade de água podem diminuir substancialmente o seu crescimento, mesmo que não sejam observadas murchas nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis de déficit hídrico (DAMATTA; RAMALHO, 2006). O conhecimento de como as plantas utilizam a água no solo e sua resposta a diferentes níveis de disponibilidade hídrica a partir do balanço hídrico, pode ser uma saída viável para o estabelecimento de estratégias eficazes de manejo visando ao melhor uso possível das reservas de água no solo pelas culturas (SILVA *et al.*, 2011).

O balanço hídrico da cultura é uma ferramenta fundamental para a estimativa da deficiência e excedente hídricos do solo, os quais interferem no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade dos

cafeeiros. Seu cálculo sequencial, possibilita indicar os períodos de deficiência hídrica, ou seja, os períodos nos quais há a necessidade de irrigação suplementar, além de quantificar as necessidades de irrigação em uma cultura (CAMARGO; PEREIRA, 1990).

Para Santinato, Fernandes e Fernandes (1996), a aptidão hídrica do café pode ser considerada como apta nas regiões onde o déficit hídrico anual varia entre 150 mm e 200 mm, enquanto regiões com déficit hídrico anual entre 200 mm e 400 mm, apenas podem ser consideradas aptas quando utilizarem irrigação suplementar. A utilização das técnicas de irrigação na agricultura pode contribuir para a melhoria do desempenho do agronegócio de uma região, podendo ser considerada um elemento importante na diversificação agrícola, além de possibilitar colheitas fora de época e produtos de melhor qualidade (MARTINS *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi apresentar o balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) nos municípios de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, considerando-se uma capacidade de água disponível (CAD) de 55 mm em um solo de textura média.

4 METODOLOGIA

O estado do Acre possui uma população de 881.935 habitantes, distribuída em 22 municípios em duas mesorregiões, a do Vale do Acre a leste e a do Vale do Juruá a oeste, ambas contam com cinco regionais de desenvolvimento: Alto Acre, Baixo Acre, Purus, Tarauacá/Envira e Juruá (GOVERNO DO ESTADO DO ACRE, 2010; IBGE, 2019). O município de Rio Branco, AC, situa-se na regional do Baixo Acre, enquanto as localidades de Tarauacá e Cruzeiro do Sul, AC, encontram-se na regional do Juruá.

Na Amazônia, a densidade de estações meteorológicas com série superior a 30 anos de dados contínuos e consistentes é muito baixa (MARCOLAN; SPINDULA, 2015), em situações como essa, a Organização Meteorológica Mundial (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2003) recomenda o cálculo das normais climatológicas provisórias, que são médias de curto período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos. As informações referentes à classificação das séries de dados meteorológicos bem como a localização geográfica dos municípios do estado do Acre abrangidos neste estudo estão apresentadas na Tabela 1 e Figura 1.

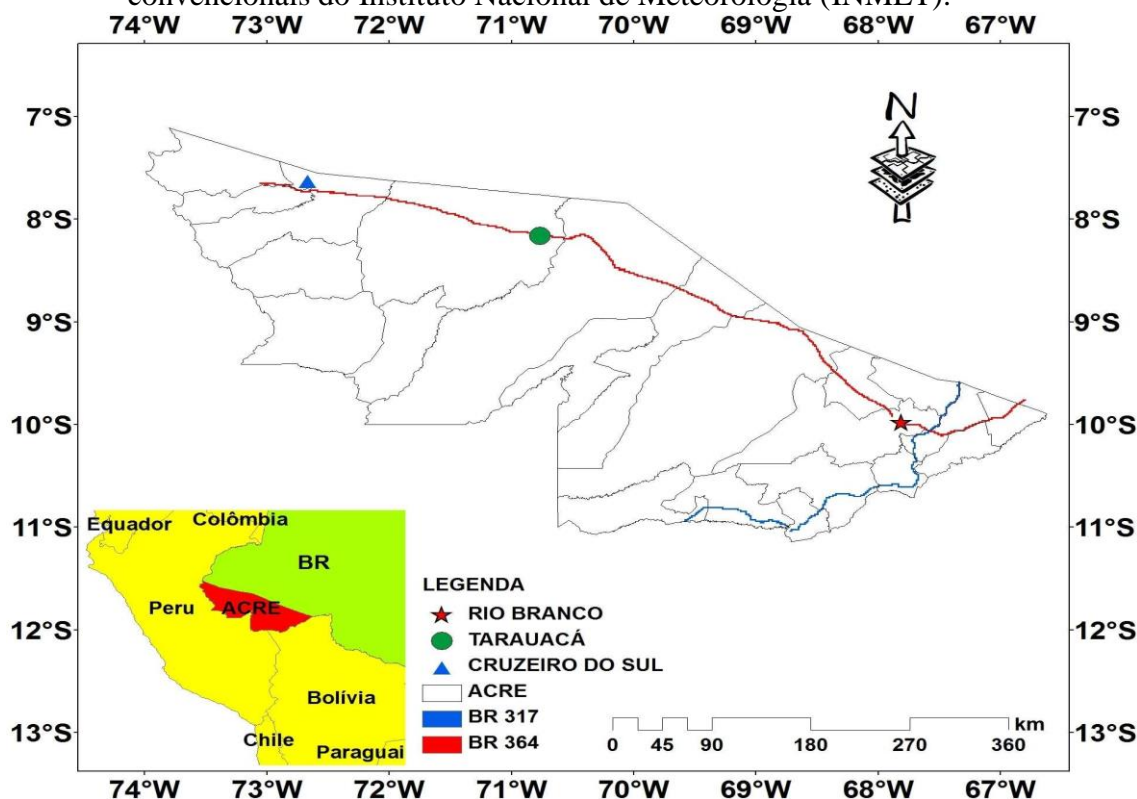
Tabela 1. Classificação das séries de dados meteorológicos, localização geográfica dos municípios avaliados e intervalos considerados.

Municípios	Tipo de série de dados	Localização geográfica			Intervalo da série de dados (anos)
		Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	
Rio Branco	Normal climatológica	09° 58' 22"	67° 48' 40"	160,71	1990-2019
Tarauacá	Normal climatológica provisória	08° 08' 08"	70° 45' 54"	179,0	1994-2019
Cruzeiro do Sul	Normal climatológica provisória	07° 37' 52"	72° 40' 12"	182,0	1993-2014

Fonte: INMET (2019).

* Tipo de série de dados: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1983.

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo e as estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).



Fonte: Delgado *et al.* (2012).

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMET do INMET, disponível na Internet (INMET, 2019). Foram priorizadas as estações meteorológicas das localidades com séries de dados superior a dez anos. As estações meteorológicas convencionais de Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, realizam observações diárias no

horário padrão mundial, às 12, 18 e 24 UTC (Tempo Universal Coordenado).

A evapotranspiração de referência utilizada no cálculo do balanço hídrico da cultura do café no município de Rio Branco, Acre, foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Equação 1), parametrizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura-FAO (ALLEN *et al.*, 1998).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_a + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (1)$$

Em que: ET_o é a evapotranspiração de referência (mm d^{-1}); Δ é a declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); R_n é a radiação líquida total diária ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$); G é o fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$); γ é a constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); T_a é a temperatura média diária do ar ($^\circ\text{C}$); u_2 é a

velocidade média do vento medido a 2 metros de altura (m s^{-1}); e_s é a pressão de saturação do vapor de água (kPa); e e_a é a pressão parcial do vapor de água (kPa).

No cálculo do balanço hídrico da cultura do café para os municípios de Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, a

evapotranspiração de referência foi estimada pelos métodos de Camargo (1971) e Thornthwaite (1948), de acordo com as Equações 2 e 3, respectivamente.

$$EToC = 0,01 * Qo * Tmed * ND \quad (2)$$

Em que: EToC é a evapotranspiração

$$EToTh = 16 \left(\frac{10Tn}{I} \right)^a \quad \text{para } Tn > 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Em que: EToTh é a evapotranspiração de referência mensal estimada pelo método de Thornthwaite (1948); Tn é a temperatura média do ar

de referência pelo método de Camargo (1971); Qo é a irradiância solar global extraterrestre, expressa em milímetros de evaporação equivalente por dia (mm d^{-1}); Tmed é a temperatura média diária do ar ($^\circ\text{C}$); e ND é o número de dias do período considerado.

mensal para um ano qualquer ($^\circ\text{C}$); I e a correspondem aos índices de calor da região, calculados pelas Equações 4 e 5, respectivamente.

$$I = \sum_{n=1}^{12} ((0,2Tn)^{1,514}) \quad \text{para } Tn > 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,7912 \times 10^{-2} I + 0,49239 \quad (5)$$

A evapotranspiração mensal estimada pelo método de Thornthwaite, corrigida (EToThc), foi obtida a partir da

evapotranspiração potencial padrão, aplicando-se um fator de correção conforme a Equação 6.

$$EToThc = EToThx \frac{N}{12} x \frac{ND}{30} \quad (6)$$

Em que: N é o fotoperíodo médio mensal; e ND é o número médio de dias do período.

municípios de Tarauacá e Cruzeiro do Sul pelo método de Penman-Monteith, utilizando-se para tal o modelo de regressão linear múltipla (Equação 7) proposto por Allen *et al.* (1998).

Partindo-se dos valores de EToC e EToThc obtidos, estimou-se a ETo nos

$$y = 0,17531 + 1,28185 (V1) - 0,36008 (V2) \quad (7)$$

Em que: y é o valor de log (valor de ETo obtido pelo método de Penman-Monteith); V1 é o valor de log (valor de ETo obtido pelo método de Camargo); e V2 é o valor de log (valor de ETo obtido pelo método de Thornthwaite). Considerando-se que a equação de regressão utiliza dados transformados, torna-se necessário a inversão do parâmetro (ETo (mm/mês)= 10^y).

No cálculo do balanço hídrico para a cultura do café (*Coffea canephora*), foram utilizadas as metodologias propostas por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) com o auxílio do programa "BHnorm", elaborado em planilha EXCEL[®] por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998), para uma CAD de 55 mm, referente a um solo de textura média. Resultados de pesquisas sobre o zoneamento edafoclimático para o cultivo de *Coffea canephora* no Acre, indicam que os solos de

textura média são adequados para o plantio do café nas áreas alteradas das regionais do Alto e Baixo Acre; Purus/Tarauacá-Envira e Juruá (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Os valores do coeficiente de cultivo (Kc) utilizados no cálculo do balanço hídrico

da cultura do café para as localidades avaliadas, foram obtidos por Santinato e Fernandes (2005) no estado de Minas Gerais em cafeeiros irrigados com diferentes idades de plantio, implantados em um solo de textura média (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficiente de cultivo (Kc) para o café em um solo de textura média, idade e espaçamento entre linhas e entre plantas.

A - Para espaçamentos longos: 3,5 a 4,0 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas	
Idade do cafeeiro (anos)	
< 1,5	0,9
1,5-3,0	1,0
> 3,0	1,1
B - Para espaçamentos adensados: 1,5 a 2,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas	
< 1,5	1,2
1,5-3,0	1,3
> 3,0	1,3
C - Para espaçamento super adensado: < 1,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas	
< 1,5	1,4
1,5-3,0	1,5
> 3,0	1,5

Fonte: Santinato e Fernandes (2005).

As características físico-hídricas: capacidade de campo com tensão de 0,01 MPa; ponto de murcha permanente com tensão de 1,5 Mpa e densidade aparente para um solo de textura média, estão apresentadas

na Tabela 3 (VERMEIREN; JOBLING, 1997). Na determinação da capacidade real de água (CRA), utilizou-se a metodologia proposta por Bernardo, Soares e Mantovani (2006) para um solo de textura média.

Tabela 3. Umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), água disponível (AD), densidade aparente (Da), profundidade efetiva do sistema radicular do café (Z), fator de disponibilidade de água (f) e capacidade real de água (CRA) para um solo de textura média.

Textura do solo	CC (%)	PMP (%)	AD (%)	Da (g cm ⁻³)	Z (cm)	f (%)	CRA (mm)
Média	27	13	14	1,35	30	40	21,00

Fonte: Vermeiren e Jobling (1997); Bernardo, Soares e Mantovani (2006)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os valores médios mensais de temperatura do ar e precipitação pluviométrica para as localidades Rio Branco, Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, observando-as constata-se que as temperaturas foram favoráveis ao cultivo

do café nos três municípios avaliados. Taques e Dadalto (2007) estabeleceram parâmetros técnicos para o zoneamento climático dessa cultura, indicando como limites térmicos anuais para regiões classificadas como aptas, marginal e inaptas, como sendo, respectivamente, de 22 a 26 °C; 21 a 22 °C ou 26 a 27 °C ; e < 21°C ou > 27 °C.

Tabela 4. Temperatura do ar: mínima, média e máxima, precipitação e desvio padrão (DP) para Rio Branco, Acre, 1990-2019.

Mês	Temperatura do ar (°C)						Precipitação (mm)	
	Mínima	DP	Média	DP	Máxima	DP	Média	DP
Jan	22,5	1	25,8	0,5	30,9	0,7	286	97
Fev	22,4	1	25,7	0,5	30,8	0,5	298	82
Mar	22,5	1	25,8	0,4	31	0,5	292	98
Abr	21,9	1,1	25,7	0,5	31,3	0,7	204	87
Mai	20,6	1,5	24,8	1	30,6	0,9	96	44
Jun	19,1	1,4	24,1	1,1	30,6	1,1	45	40
Jul	18,1	1	23,8	0,9	31,7	1,4	29	24
Ago	18,8	1,2	25	1	33,3	1,1	58	40
Set	20,7	1,1	26	0,7	33,6	1	95	58
Out	22,1	0,7	26,4	0,5	33,1	0,6	147	57
Nov	22,5	0,7	26,2	0,5	32	0,6	214	74
Dez	22,6	0,7	26,1	0,4	31,2	0,6	260	80

Fonte: INMET (2019); SOUSA (2020 c).

Tabela 5. Temperatura do ar: mínima, média e máxima, precipitação e desvio padrão (DP) para Tarauacá, Acre, 1994-2019.

Mês	Temperatura do ar (°C)						Precipitação (mm)	
	Mínima	DP	Média	DP	Máxima	DP	Média	DP
Jan	22,7	0,4	25,8	0,6	31	0,8	319	109
Fev	22,8	0,5	26	0,5	31	0,6	272	78
Mar	22,8	0,7	26	0,6	31,2	0,5	340	84
Abr	22,6	0,6	26	0,4	31,6	0,6	202	67
Mai	21,5	1,4	25,5	0,6	31	0,7	137	69
Jun	20,5	1	25	0,9	30,9	0,7	74	44
Jul	19,5	0,9	24,9	0,8	31,9	1	46	36
Ago	20,1	0,8	25,8	0,9	33,4	0,9	66	44
Set	21,5	0,6	26,4	1	33,6	0,9	119	58
Out	22,7	0,4	26,6	0,8	32,9	0,5	183	70
Nov	22,9	0,7	26,3	0,8	32,1	0,4	241	93
Dez	22,9	0,3	26	0,5	31,3	0,5	288	80

Fonte: INMET (2019); SOUSA (2020 a).

Tabela 6. Temperatura do ar: mínima, média e máxima, precipitação e desvio padrão (DP) para Cruzeiro do Sul, Acre, 1993-2014.

Mês	Temperatura do ar (°C)					Precipitação (mm)		
	Mínima	DP	Média	DP	Máxima	DP	Média	DP
Jan	21,8	1,2	25,9	0,5	31,3	0,8	236	77
Fev	21,8	1,2	25,7	0,6	31,2	0,8	247	90
Mar	21,8	1,3	25,7	0,6	31,3	0,9	274	93
Abr	21,6	1,4	25,7	0,7	31,4	0,9	209	84
Mai	20,9	1,3	25,3	0,6	31	0,9	148	62
Jun	19,9	1,6	24,9	0,8	30,9	0,9	88	49
Jul	19	1,8	24,8	0,9	31,4	1,1	71	48
Ago	19,5	1,8	25,4	0,8	32,4	1,1	75	36
Set	20,4	1,7	25,9	0,8	32,7	1	119	61
Out	21,2	1,8	26	0,7	32,4	0,5	178	72
Nov	21,5	1,9	25,9	0,6	31,9	0,8	206	93
Dez	21,5	1,9	25,8	0,6	31,5	0,8	231	67

Fonte: INMET (2014); SOUSA (2020 b).

Observa-se nas localidades avaliadas, precipitações pluviométricas anuais bem distribuídas e favoráveis ao plantio do café (Tabelas 4, 5 e 6). Segundo Marcolan *et al.* (2009), a precipitação pluviométrica ideal para o café Arábica está compreendida entre 1.200 e 1.800 mm. Todavia, esse valor também pode ser aplicado ao cafeeiro (*Coffea canephora*), embora essa variedade apresente melhor adaptação do que o *Coffea arabica* em localidades com precipitações superiores a 2.000 mm.

Em Rio Branco, Acre, ocorreram precipitações mensais maiores do que 100 mm de outubro a abril, concentrando-se nesse período, aproximadamente 84 % da pluviometria anual, enquanto para as localidades de Tarauacá e Cruzeiro do Sul, Acre, as precipitações pluviométricas superiores a 100 mm foram registradas de setembro a maio, o que representa cerca de 92 e 89 % da pluviometria anual, respectivamente (Tabelas 4, 5 e 6). De acordo com Martins *et al.* (2007), para as condições do Brasil, durante as fases de vegetação e frutificação, que ocorrem no período de outubro a maio, o cafeeiro necessita de umidade facilmente disponível

no solo.

5.1 Balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Rio Branco, Acre

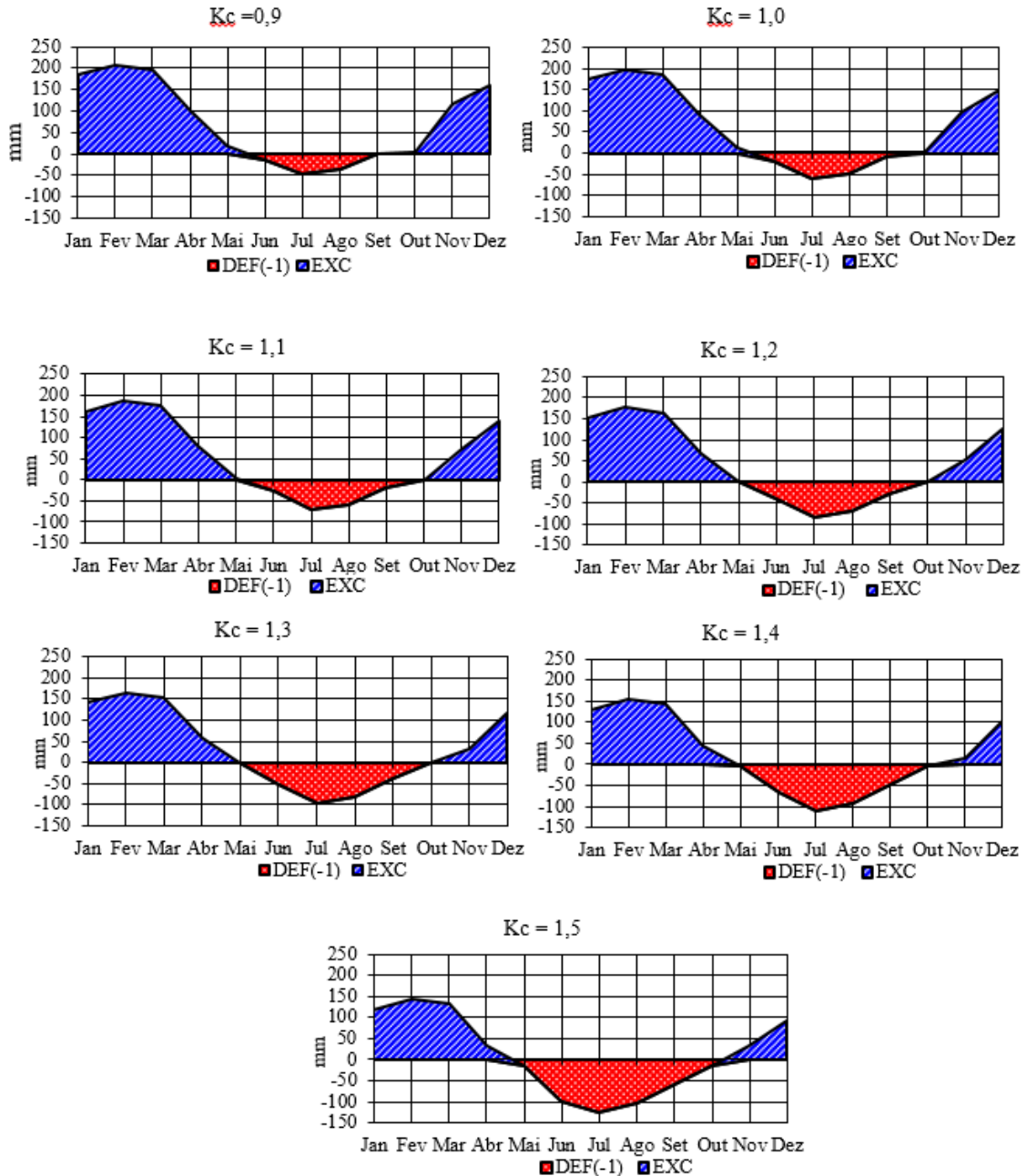
A Tabela 7 apresenta o extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) na localidade de Rio Branco, AC, para uma disponibilidade de água de 40% num solo de textura média com CAD de 55 mm. Observa-se que nos cafeeiros com coeficiente de cultivo de 0,9, ocorreu uma deficiência hídrica anual de 96 mm, distribuída nos meses de junho a agosto. No entanto, para a mesma cultura, ao adotar-se coeficientes de cultivo iguais a 1,0, 1,1 e 1,2, verificou-se deficiências hídricas anuais de 132, 173 e 219 mm, respectivamente, no período de junho a setembro. Adotando-se coeficiente de cultivo igual a 1,3, observou-se uma deficiência hídrica anual de 268 mm, distribuída nos meses de maio a setembro. Todavia, quando os coeficientes de cultivo foram iguais a 1,4 e 1,5, registrou-se deficiências hídricas anuais de 323 e 384 mm, respectivamente, no período de maio a outubro (Figura 2). Resultados inferiores foram obtidos por Scerne *et al.* (2000)

Tabela 7. Extrato do balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Rio Branco, AC, considerando 40% de água disponível, solo de textura média e CAD=55 mm.

Mês	Coeficiente de cultivo (kc)													
	0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		1,5	
	Def*	Exc*	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc
Jan	0	286	0	174	0	163	0	152	0	140	0	129	0	118
Fev	0	206	0	196	0	186	0	176	0	166	0	155	0	145
Mar	0	196	0	186	0	175	0	164	0	154	0	143	0	132
Abr	0	102	0	91	0	79	0	68	0	57	0	45	0	34
Mai	0	20	0	12	0	3	0	0	2	0	4	0	7	0
Jun	14	0	20	0	26	0	37	0	50	0	64	0	77	0
Jul	46	0	58	0	70	0	83	0	96	0	108	0	120	0
Ago	36	0	47	0	59	0	70	0	82	0	93	0	104	0
Set	0	0	7	0	18	0	28	0	38	0	49	0	59	0
Out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	16	0
Nov	0	117	0	92	0	69	0	47	0	25	0	9	0	0
Dez	0	160	0	149	0	137	0	126	0	115	0	104	0	91
Ano	96	1.087	132	899	173	813	219	733	268	657	323	129	384	521

*Def=deficiência hídrica; **Exc=excedente hídrico.

Figura 2. Representação gráfica do extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Rio Branco, Acre, em solo de textura média com capacidade de água disponível = 55 mm e coeficientes de cultivo (K_c) variando de 0,9 a 1,5.



No município de Rio Branco, Acre, o café apresentou deficiência hídrica anual variando de 96 a 384 mm, evidenciando assim, a possibilidade da utilização de irrigação suplementar na região. Resultados inferiores foram obtidos por Santinato e Fernandes (2005). Os excedentes hídricos

anuais variaram de 1.087 a 521 mm, considerando-se os coeficientes de cultivo 0,9 e 1,5, respectivamente.

5.2 Balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Tarauacá, Acre

(*Coffea canephora*) para a localidade de Tarauacá, AC, considerando 40% de disponibilidade de água em um solo de textura média e com CAD de 55 mm.

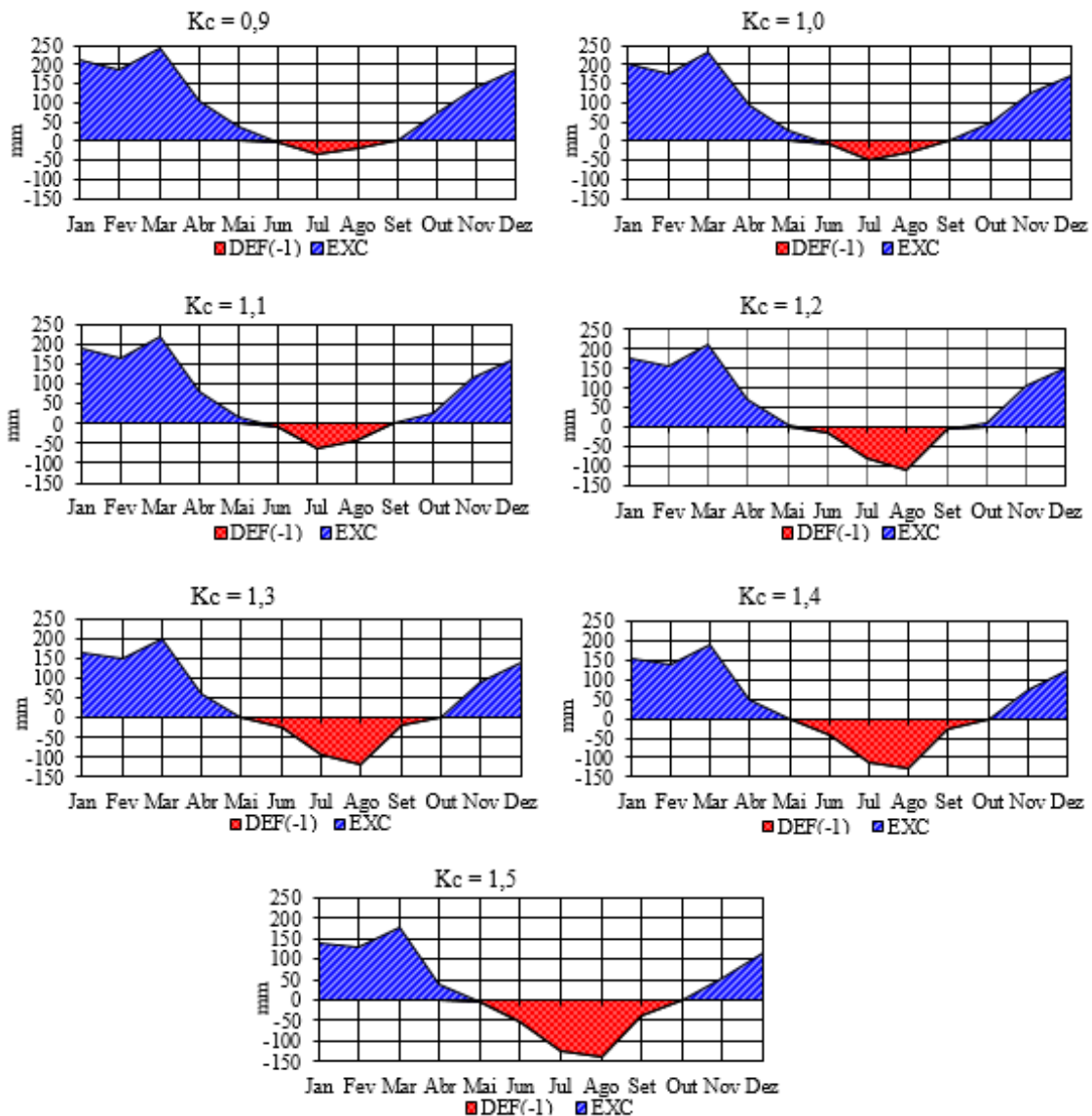
A Tabela 8 e a Figura 3 apresentam o extrato do balanço hídrico do cultivo do café

Tabela 8. Extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) para o município de Tarauacá, AC, considerando 40% de água disponível, solo de textura média, capacidade de água disponível =55 mm e coeficientes de cultivo variando de 0,9 a 1,5.

Mês	Coeficiente de cultivo (kc)													
	0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		1,5	
	Def*	Exc*	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc
Jan	0	212	0	200	0	188	0	177	0	165	0	153	0	141
Fev	0	186	0	176	0	167	0	157	0	147	0	138	0	128
Mar	0	243	0	232	0	221	0	210	0	199	0	189	0	178
Abr	0	104	0	93	0	82	0	71	0	61	0	50	0	39
Mai	0	39	0	28	0	17	0	6	0	0	2	0	6	0
Jun	2	0	6	0	10	0	15	0	25	0	38	0	52	0
Jul	33	0	47	0	62	0	76	0	92	0	108	0	123	0
Ago	19	0	30	0	41	0	108	0	118	0	128	0	138	0
Set	0	0	0	0	0	0	7	0	17	0	28	0	39	0
Out	0	70	0	46	0	23	0	8	0	0	0	0	0	0
Nov	0	138	0	127	0	115	0	104	0	90	0	68	0	46
Dez	0	184	0	172	0	161	0	149	0	137	0	126	0	114
Ano	55	1.175	83	1.074	113	974	207	882	252	799	305	722	358	646

*Def=deficiência hídrica; **Exc=excedente hídrico.

Figura 3. Representação gráfica do extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Tarauacá, Acre, em solo de textura média (CAD=55 mm), com coeficientes de cultivo (K_c) de 0,9 a 1,5.



Para o cultivo do café em solo de textura média, adotando-se os coeficientes de cultivo de 0,9, 1,0, 1,1 e 1,2, registrou-se deficiências hídricas anuais de 55, 83, 113 e 207 mm, respectivamente, no período de junho a agosto, quando as chuvas são mais escassas em Tarauacá, Acre. Para cafeeiros com coeficiente de cultivo de 1,3, observou-se uma deficiência hídrica anual de 252 mm, no período de junho a setembro. Enquanto, para os coeficientes de cultivo 1,4 e 1,5, verificou-se deficiências hídricas anuais de

305 e 358 mm, respectivamente, distribuídas de maio a setembro (Tabela 8 e Figura 3). De acordo com Marcolan *et al.* (2009), a deficiência hídrica do solo inibe o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, principalmente das raízes absorventes, reduzindo a absorção de nutrientes, o crescimento da parte aérea e a produção de grãos.

Em Tarauacá, Acre, para um cenário no qual o café é cultivado em um solo de textura média, observou-se uma deficiência

hídrica anual variando de 55 a 358 mm, sinalizando a possibilidade do emprego das técnicas de irrigação nessa localidade. Esses resultados são inferiores aos aqui obtidos para Rio Branco, Acre, onde verificou-se uma deficiência hídrica anual variando de 96 a 384 mm, evidenciando também a necessidade da utilização da irrigação suplementar nessa localidade.

Entre as localidades avaliadas, o município de Tarauacá, Acre, apresentou os maiores excedentes hídricos anuais para o café cultivado em um solo de textura média, com valores decrescendo de 1.175 a 646 mm em cenários agrícolas nos quais adotou-se os coeficientes de cultivo 0,9 e 1,5, respectivamente.

5.3 Balanço hídrico para o cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Cruzeiro do Sul, Acre

A Tabela 9 apresenta o extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) para a localidade de Cruzeiro do Sul, AC, considerando-se 40% de disponibilidade de água em um solo de textura média e com capacidade de água disponível de 55 mm. Observa-se que para

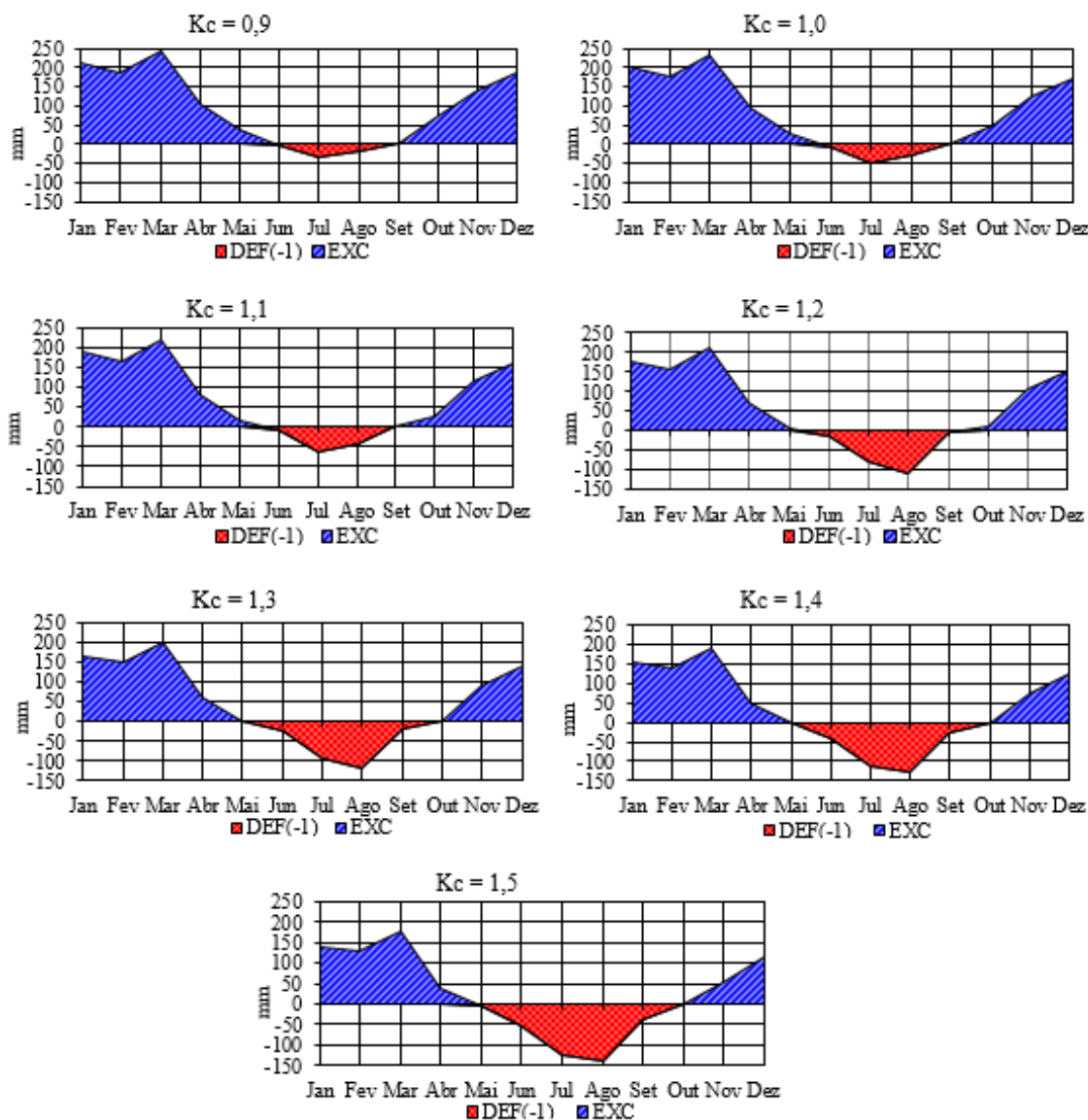
os coeficientes de cultivo 0,9 e 1,0, foram registradas deficiências hídricas ao longo do ano de 23 e 43 mm, respectivamente, distribuídas nos meses de julho e agosto (Figura 4). Todavia, ao adotar-se os coeficientes de cultivo 1,1 e 1,2, foram observadas maiores deficiências hídricas, iguais a 70 e 99 mm, respectivamente, nos meses de junho, julho e agosto. Enquanto, para os coeficientes de cultivo iguais a 1,3 e 1,4, verificou-se deficiências hídricas anuais ainda maiores, iguais a 138 e 184 mm, respectivamente, distribuídas nos meses de junho a setembro. Já para o coeficiente de cultivo 1,5, foi registrada a maior deficiência hídrica anual, igual a 237 mm, no período de maio a setembro. Apesar do café possuir razoável tolerância à deficiência hídrica, observa-se que as lavouras irrigadas apresentam maiores produtividades em relação às lavouras convencionais, não irrigadas, principalmente nos anos em que as chuvas ocorrem de forma mal distribuída (MARTINS *et al.*, 2007). Santinato, Fernandes e Fernandes (1996) encontraram incrementos na produtividade de 48% em cafeeiros irrigados quando comparados com cafeeiros não irrigados.

Tabela 9. Extrato do balanço hídrico da cultura do café (*Coffea canephora*) para o município de Cruzeiro do Sul, AC, considerando 40% de água disponível, solo de textura média e capacidade de água disponível =55 mm.

Mês	Coeficiente de cultivo (kc)													
	0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		1,5	
	Def*	Exc*	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc	Def	Exc
Jan	0	136	0	125	0	114	0	103	0	92	0	81	0	70
Fev	0	146	0	135	0	124	0	113	0	102	0	90	0	79
Mar	0	177	0	166	0	156	0	145	0	134	0	123	0	112
Abr	0	120	0	110	0	100	0	90	0	80	0	71	0	61
Mai	0	50	0	39	0	28	0	17	0	6	0	0	2	0
Jun	0	3	0	0	2	0	5	0	9	0	17	0	28	0
Jul	9	0	18	0	31	0	44	0	58	0	74	0	91	0
Ago	14	0	24	0	37	0	49	0	62	0	74	0	86	0
Set	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	19	0	29	0
Out	0	76	0	46	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov	0	110	0	99	0	88	0	73	0	49	0	26	0	4
Dez	0	133	0	122	0	111	0	100	0	89	0	78	0	67
Ano	23	950	43	841	70	740	99	641	138	552	184	469	237	394

*Def=deficiência hídrica; **Exc=excedente hídrico.

Figura 4. Representação gráfica do extrato do balanço hídrico do cultivo do café (*Coffea canephora*) no município de Cruzeiro do Sul, Acre, em solo de textura média (capacidade de água disponível= 55 mm), com coeficientes de cultivo (K_c) de 0,9 a 1,5.



No município de Cruzeiro do Sul, AC, o café (*Coffea canephora*) em solo de textura média apresentou a menor deficiência hídrica anual entre as localidades avaliadas, com valores variando de 23 a 237 mm, mesmo assim, há a necessidade da utilização da irrigação suplementar na região. Como vantagens da irrigação do cafeeiro, Mantovani e Soares (2003) relatam a antecipação em até um ano da primeira colheita, a redução do índice de replantio de mudas, uma maior produção na primeira

safra, a possibilidade da fertirrigação, a ampliação da época de plantio, entre outras. Enquanto, Martins *et al.* (2011) salientam que a irrigação é uma das técnicas fundamentais para o aumento da produtividade, que deve ser complementada com o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, podas, desbrotas, adubações de cobertura e o uso de material genético compatível com a tecnologia a ser empregada. Considerando-se que a cafeicultura no estado do Acre está inserida

principalmente em pequenas propriedades rurais, recomenda-se a realização de uma análise econômica, uma vez que os custos de implantação de sistemas de irrigação em propriedades familiares ainda são elevados.

O município de Cruzeiro do Sul, Acre, apresentou os menores excedentes hídricos anuais entre as localidades avaliadas para o café (*Coffea canephora*) em solo de textura média, com valores decrescendo de 950 a 394 mm, adotando-se os coeficientes de cultivo 0,9 e 1,5, respectivamente.

6 CONCLUSÃO

A deficiência hídrica anual do café (*Coffea canephora*) nos municípios de Rio Branco e Tarauacá, Acre, em solos de textura média, variam de 96 a 384 mm (maio a outubro) e de 55 a 358 mm (maio a setembro), respectivamente, podendo comprometer as fases fenológicas vegetativa e reprodutiva do cafeeiro, evidenciando a necessidade crucial do uso da irrigação suplementar nessas localidades. Enquanto, em Cruzeiro do Sul, Acre, ocorreu a menor deficiência hídrica anual entre as localidades avaliadas, 23 a 237 mm, no período de maio a setembro, sendo também indicada a irrigação suplementar regular nessa localidade. Devido à cafeicultura no estado do Acre estar inserida principalmente em pequenas propriedades rurais, recomenda-se a realização de uma análise econômica, visto que os custos de implantação de sistemas de irrigação em propriedades familiares podem ser elevados. Entre as localidades avaliadas, o município de Tarauacá, Acre, apresentou os maiores excedentes hídricos anuais para o café (*Coffea canephora*) em solo de textura média, com valores decrescendo de 1.175 a 646 mm, adotando-se os coeficientes de cultivo 0,9 e 1,5, respectivamente.

7 AGRADECIMENTO

Ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET por disponibilizar na rede mundial de computadores sua base de dados meteorológicos e ambientais coletados na sua rede climatológica.

8 REFERÊNCIAS

GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II: Escala 1:250.000** - Documento Síntese. 2. ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356 p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVARES, V. S.; GONZAGA, D. S. O. M.; LIMA, M. N.; LESSA, L. S. Diagnóstico do Manejo Pós-colheita do café em Acrelândia, Acre. *In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO*, 1., 2018, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: Embrapa, 2018. p. 99-104.

AMARAL, E. F.; MARTORANO, L. G.; BERGO, C. L.; MORAES, J. R. S. C.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, L. P.; ARAÚJO, E. A.; BARDALES, N. G.; LIMA, M. N. Solos para o Cultivo do Café Canéfora no Acre. *In: BERGO, C. L.; BARDALES, N. G. (ed.). Condições agroclimáticas para subsidiar cultivos do café canéfora no Acre*. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 49-87.

ARAÚJO, E. A.; BARDALES, N. G.; AMARAL, E. F.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F. Solos para o cultivo do café Canéfora no Acre. *In: BERGO, C. L.; BARDALES, N. G. (ed.). Zoneamento edafoclimático*

para o cultivo do café Canéfora (Coffea canéfora) no Acre. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 24-46.

AVELLAR, A. O.; BOTELHO, M. R. A.; ORTEGA, A. C.

Sistemas Setoriais de Inovação: o caso do café conilon no Espírito Santo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 116, n. 2, p. 207-223, 2017.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no estado de São Paulo**. 3. ed. Campinas: IAC, 1971. 24 p. (Boletim, 116).

CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. **Prescrição de rega por modelo climatológico**. Campinas: Fundação Cargill, 1990. 27 p.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**. Brasília, v. 4 – Safra 2017, n. 4 – Quarto Levantamento, Brasília, p. 1 - 84, dez. 2017.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.

GONÇALVES, M. E. **O “cluster” da fruticultura no norte de Minas Gerais: interpretação de uma alternativa ao desenvolvimento regional – ênfase no Projeto Jaíba**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola - LSPA**. Brasília, DF: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?edicao=25757&t=destaques> . Acesso em: 07 abr. 2021.

IBGE. **Biomass**. Brasília, DF: IBGE, 2019. Disponível em: www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?=&t=acesso-ao-produto. Acesso: 20 out. 2020.

INMET. **Banco de dados meteorológicos para o ensino e a pesquisa**. Brasília, DF: INMET, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima> . Acesso em: 19 out. 2020.

MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260 p. (Boletim Técnico, 8).

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009, 67 p. (Sistema de Produção, 33).

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 478 p.

MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, 2007.

- MARTINS, C. A. S.; ULIANA, E. M.; REIS, E. F.; SILVA, J. G. F.; BERNARDES, C. O. Balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições edafoclimáticas do município de Ecoporanga-ES. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-16, 2011.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996. 146 p.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. 358 p.
- SCERNE, R. M. C.; SANTOS, A. O. S.; SANTOS, M. M.; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto D'Oeste – RO: atualização quinzenal**. Belém, PA: CEPLAC: SUPOR, 2000. 48 p. (Boletim Técnico, 17).
- SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 12, p. 1215-1221, 2011.
- SOUSA, J. W. Variabilidade de elementos meteorológicos no município de Tarauacá, Acre, intervalo 1994-2019. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 692-707, 2020a.
- SOUSA, J. W. Variabilidade de elementos meteorológicos no município de Cruzeiro do Sul, Acre, intervalo 1993-2014. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 708-722, 2020b.
- SOUSA, J. W. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 723-740, 2020c.
- TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. *In*: FERRÃO, R. G. FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. cap. 3, p. 53-66.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, R. J. **The water Balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. v. 8, 104 p.
- VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997. 184 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 36).
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Climatological Practices**. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, 1983 (n. 100). Disponível em: <https://public.wmo.int/en/resources/library/guide-climatological-practices-wmo-100>. Acesso em: 22 jul. 2020.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guidelines on climate metadata and homogenization**. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, 2003 (n. 1186). Disponível

em: <https://library.wmo.int/index.php?lvl=noticedisplay&id=11635#.Xxjehp5KjIU> . Acesso em: 22 jul. 2020.