



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RESPOSTA DE CAFEIROS EM SISTEMA DE CULTIVO  
ORGÂNICO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES  
REGIMES HÍDRICOS**

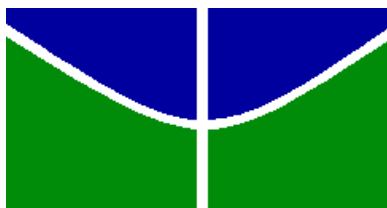
**LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO**

**TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA**

Área de concentração: **Produção sustentável**

Linha de pesquisa: **Solo, água e qualidade ambiental**

BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RESPOSTA DE CAFEEIROS EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO APÓS  
PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

**LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS ROBERTO SPEHAR**

**CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. DELVIO SANDRI**

**TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: 020D/2013**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2013**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RESPOSTA DE CAFEEIROS EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO APÓS  
PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

**LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO**

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM AGRONOMIA NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE DISCIPLINAS EM GESTÃO DE SOLO E ÁGUA.

**APROVADA POR:**

---

**CARLOS ROBERTO SPEHAR**, PhD. Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília (UnB)  
(ORIENTADOR) CPF: 122.262.116-91 E-mail: spehar@brturbo.com.br

---

**CÍCERO CÉLIO DE FIGUEIREDO**, Dr. Professor Adjunto III da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB (EXAMINADOR INTERNO) CPF: 029.754.447-02 E-mail: cicerocef@unb.br

---

**MARCELO FAGIOLI**, Dr. Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB (EXAMINADOR INTERNO) CPF: 729.409.306-78 E-mail: mfagioli@unb.br

---

**ANTÔNIO FERNANDO GUERRA**, Ph.D. Pesquisador da Embrapa Café (EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 281.449.296-91 E-mail: guerra@cpac.embrapa.br

---

**GABRIEL FERREIRA BARTHOLO**, Dr. Pesquisador da Embrapa Café (EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 089.021.946-04 E-mail: gabriel.bartholo@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 11 de dezembro de 2013.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Nascimento, Luís Marques

Resposta de cafeeiros em sistema de cultivo orgânico após poda de recepa sob diferentes regimes hídricos. / Luís Marques do Nascimento; orientação de Carlos Roberto Spehar. – Brasília (DF), 2013.

117 p.: il.

Tese de Doutorado (Dr.) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. *Coffea arabica*. 2. Botões florais. 3. Fruto 4. Estresse hídrico 5. Ramos primários. 6. Produtividade 7. I. Spehar, C. R. Prof. Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília (UnB).

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NASCIMENTO, L. M. **Resposta de cafeeiros em sistema de cultivo orgânico após poda de recepa sob diferentes regimes hídricos**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, 2013, 117 p. Tese de Doutorado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Luís Marques do Nascimento

TÍTULO DA TESE DE DOUTORADO: Resposta de cafeeiros em sistema de cultivo orgânico após poda de recepa sob diferentes regimes hídricos

GRAU: Doutor

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Luís Marques do Nascimento

CPF: 546.343.006-30

Rua da Ferrovia, Casa 13 – Metropolitana/NB

Brasília/DF, CEP: 71.730-000

Telefone: (61) 9694-5692

E-mail: lmarques@tst.gov.br

“Prefiro os que criticam, porque me corrigem, aos que me bajulam, porque me corrompem.”

*Santo Agostinho*

“Palavras verdadeiras podem não ser agradáveis. Palavras agradáveis podem não ser verdadeiras”.

*Provérbio chinês*

“Quando os ventos da mudança sopram, umas pessoas levantam barreiras, outras constroem moinhos”.

*Érico Veríssimo*

“Se temer que suspeitem ser sua narrativa inverídica, lembre-se da probabilidade.”

*John Gay*

“Alguns homens são por natureza livres, e outros escravos, e que para estes últimos a escravidão é conveniente, adequada e certa.”

*Aristóteles*

“O homem retrata-se inteiramente na alma, para saber o que é e o que deve fazer, deve olhar-se na inteligência, nessa parte da alma na qual fulge um raio de sabedoria divina.”

*Sócrates*

### ***DEDICATÓRIA***

Aos meus pais Belmiro José do Nascimento e Rosa de Moura Nascimento,  
pelos exemplos de humildade, carinho e dedicação;

A meu avô e agricultor, Antônio Castro dos Santos, a quem devo os primeiros ensinamentos e o incentivo para o estudo;

A Maria Zita, pelos bons anos de convívio;

Aos meus filhos Igor Filipe e Vinícius, por tudo que Eles representam para mim;

A estas pessoas as minhas homenagens e a dedicação deste Trabalho.

*Luís Marques do Nascimento*

## ***AGRADECIMENTOS***

A Deus pela saúde, bom ânimo e felicidade, frutos de seu eterno amor que transcende os tempos;

A Universidade de Brasília (UnB) por intermédio da FAV, aos seus professores e funcionários pela colaboração e apoio técnico-científico;

Ao Dr. Carlos Alberto da Silva Oliveira, por sua dedicação e orientação na definição da proposta deste trabalho;

Ao Dr. Carlos Roberto Spehar, por sua dedicação e orientação na conclusão desta pesquisa;

Ao Dr. Delvio Sandri, por sua dedicação e co-orientação na conclusão deste trabalho;

Ao Dr. Cícero Lopes da Silva, pelos esclarecimentos e auxílio no decorrer deste trabalho;

Ao Dr. Cícero Célio de Figueiredo, por sua contribuição valiosa na conclusão desta pesquisa;

Ao Dr. Marcelo Fagioli, por sua colaboração e sugestões na condução deste experimento;

Ao Prof. Tairone Paiva Leão, pelos esclarecimentos em relação às análises estatísticas;

Ao Dr. Antônio Fernando Guerra, por sua colaboração e sugestões no desenvolvimento desta pesquisa;

Ao Dr. Gabriel Ferreira Bartholo, por sua colaboração no desenvolvimento deste trabalho;

Ao diretor da Fazenda Água Limpa, Prof. José Mauro da Silva Diogo, pela colaboração na realização dos trabalhos de campo;

Aos funcionários e estagiários da FAL, Luciano, Gustavo, Marcos, Manoel, Diovani, Valdomiro, Evangelista, Luís, Vicente, Cristiane, Fernanda, Laryssa, Ricardo e demais trabalhadores, pela colaboração e dedicação nas atividades de campo e de laboratório;

Aos colegas do doutorado, pelo companheirismo.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Página</b>
RESUMO GERAL.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
OBJETIVOS.....	06
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	07
<b>CAPÍTULO 1</b>	
CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEEIROS ORGÂNICOS APÓS PODA DE RECEPA CONDUZIDOS SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
OBJETIVOS.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÕES.....	34
AGRADECIMENTO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
<b>CAPÍTULO 2</b>	
UNIFORMIDADE DA FLORAÇÃO DE CAFEEIRO ORGÂNICO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.....	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
OBJETIVOS.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÕES.....	67
AGRADECIMENTO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

<b>CAPÍTULO 3</b>	Página
PRODUTIVIDADE DE CAFEIEIRO ORGÂNICO NO CERRADO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.....	75
RESUMO.....	76
ABSTRACT.....	77
INTRODUÇÃO.....	78
OBJETIVOS.....	79
MATERIAL E MÉTODOS.....	80
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
CONCLUSÕES.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS .....	94
GRADECIMENTO.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95



## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

	Página
Figura 1. Valores médios mensais e acumulados de precipitação e evaporação ao longo dos meses para os anos de 2011 e 2012 obtidas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).....	22
Figura 2. Temperatura, mínima, média e máxima do ar para 2011 e 2012, observadas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).....	23
Figura 3. Teor de água no solo, em percentual, para 2011 e 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.....	24

### Capítulo 2

Figura 1. Temperatura diária do ar, máxima, média e mínima para o período de maio a outubro de 2012 observadas na Estação Agrometeorológica da Fazenda Água Limpa.....	51
Figura 2. Valores mensais de precipitação para os anos de 2011 e 2012 obtidas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).....	54
Figura 3. Teor de água no solo (%) em 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.....	56
Figura 4. Percentual de cafeeiros com mais de 100 flores por planta, cultivar IAPAR 59, tratamentos irrigado e não irrigado, período de julho a outubro de 2012.....	58

### Capítulo 3

	Página
Figura 1. Teor de água no solo, em percentual, para o ano de 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.....	85
Figura 2. Temperatura, mínima, média e máxima do ar em 2011 e 2012, observadas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).....	89

# ÍNDICE DE TABELAS

## Capítulo 1

Tabelas	Página
Tabela 1. Atributos químicos do solo em amostras coletadas no mês de abril de 2010 para o experimento com cafeeiro orgânico, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, Fazenda Água Limpa/UnB, Brasília-DF, 2013.....	19
Tabela 2. Equações de regressão linear utilizadas para a obtenção do índice de área foliar (IAF). AF = Área foliar, C = Comprimento da folha (cm), L = Largura da folha (cm) do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em seis avaliações: 1ª) 08/11/2011, 2ª) 02/01/2012, 3ª) 27/02/2012, 4ª) 23/04/2012, 5ª) 02/07/2012, 6ª) 03/09/2012.....	20
Tabela 3. Valores médios de altura de planta do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1ª) 13/09/2011, 2ª) 08/11/2011, 3ª) 02/01/2012, 4ª) 27/02/2012, 5ª) 23/04/2012, 6ª) 02/07/2012, 7ª) 03/09/2012.....	25
Tabela 4. Médias do comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações 1ª) 13/09/2011, 2ª) 08/11/2011, 3ª) 02/01/2012, 4ª) 27/02/2012, 5ª) 23/04/2012, 6ª) 02/07/2012, 7ª) 03/09/2012 .....	26
Tabela 5. Médias de diâmetro do caule do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações 1ª) 13/09/2011, 2ª) 08/11/2011, 3ª) 02/01/2012, 4ª) 27/02/2012, 5ª) 23/04/2012, 6ª) 02/07/2012, 7ª) 03/09/2012.....	27
Tabela 6. Médias de folhas do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações 1ª) 13/09/2011, 2ª) 08/11/2011, 3ª) 02/01/2012, 4ª) 27/02/2012, 5ª) 23/04/2012, 6ª) 02/07/2012, 7ª) 03/09/2012.....	29
Tabela 7. Médias de ramos plagiotrópicos produtivos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações 1ª) 13/09/2011, 2ª) 08/11/2011,	

3ª) 02/01/2012, 4ª) 27/02/2012, 5ª) 23/04/2012, 6ª) 02/07/2012, 7ª) 03/09/2012.....	Página
	30
Tabela 8. Médias do índice de área foliar do cafeeiro (IAF total), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22 em (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ), obtidas em seis avaliações 1ª) 08/11/2011, 2ª) 02/01/2012, 3ª) 27/02/2012, 4ª) 23/04/2012, 5ª) 02/07/2012, 6ª) 03/09/2012 .....	31
Tabela 9. Médias do índice de área foliar do cafeeiro (IAF terços), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22 em (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ), obtidas nos terços inferior, médio e superior da planta em seis avaliações 1ª) 08/11/2011, 2ª) 02/01/2012, 3ª) 27/02/2012, 4ª) 23/04/2012, 5ª) 02/07/2012, 6ª) 03/09/2012.....	33
Tabela 10. Coeficientes de correlação de Pearson “r” (P < 0,01), correlação fraca: (0,10 ≤ r ≤ 0,30), correlação moderada: (0,40 ≤ r ≤ 0,60), correlação forte: (0,70 ≤ r ≤ 1,0) para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), índice de área foliar (IAF), número de folhas (NF) e ramos plagiotrópicos produtivos (RPP), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22.....	33

## Capítulo 2

Tabela 1. Médias de número de ramos plagiotrópicos e do número nós produtivos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	53
Tabela 2. Médias do número de nós com botões florais do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	54
Tabela 3. Médias do número de botões florais do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	55
Tabela 4. Médias do número de flores abertas do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie	

PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	Página 59
Tabela 5. Médias do número de inflorescências do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	60
Tabela 6. Médias do número de flores por inflorescência do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	61
Tabela 7. Médias do número de chumbinhos por inflorescência do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	63
Tabela 8. Médias do número de chumbinhos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	64
Tabela 9. Médias do número de nós com frutos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).....	65
Tabela 10. Coeficientes de correlação de Pearson “r” (P < 0,01), correlação fraca: (0,10 ≤ r ≤ 0,30), correlação moderada: (0,40 ≤ r ≤ 0,60), correlação forte: (0,70 ≤ r ≤ 1,0) para botões florais (BF), chumbinhos (CH), chumbinhos por inflorescência (CH/I), inflorescência (I), flores abertas (FA), flores por inflorescência (F/I), nós com botões florais (NcBF), nós com frutos (NcF) e nós produtivos (NP), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22.....	66

### **Capítulo 3**

Tabela 1. Propriedades físico-hídricas do solo em amostras coletadas antes do

estabelecimento do experimento com o cafeeiro, Fazenda Água Limpa/UnB, 2001 (SANTANA, 2003).....	Página 82
Tabela 2. Produção do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2011, 2012 e 2013.....	86
Tabela 3. Produtividade do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2011, 2012 e 2013.....	87
Tabela 4. Produção e produtividade de frutos cereja (C), cereja mais verde (C + V), seco mais chocho (S + CH), cereja mais verde mais seco mais chocho (C+V+S+CH) do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2012.....	91
Tabela 5. Produção e produtividade de frutos cereja (C), cereja mais verde (C + V), seco mais chocho (S + CH), cereja mais verde mais seco mais chocho (C+V+S+CH) do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2013.....	93

# **RESPOSTA DE CAFEEIROS EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

## **RESUMO GERAL**

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, por três anos consecutivos, em cafeeiro sob cultivo orgânico, cv. IAPAR 59, com 7.142 plantas ha<sup>-1</sup> após a poda de recepa e irrigado por gotejamento. A pesquisa abrangeu três aspectos do desenvolvimento das plantas de café, apresentados em capítulos. No primeiro objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo, enquanto no segundo a uniformidade da floração e no terceiro a produtividade. Os tratamentos foram: sem irrigação; irrigação durante todo o ano; paralisação 30 dias antes da colheita; paralisação na época da colheita; e paralisação na colheita associada à condução do caule. Nas parcelas sem irrigação, o teor de água foi determinado pelo método gravimétrico enquanto nos demais tratamentos, foi utilizado “Irrigas” para monitorar a tensão de água no solo, com valor predefinido de 40 kPa. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, onde os tratamentos consistiram de cinco regimes hídricos, com seis repetições. Os parâmetros de crescimento vegetativo avaliados em 2011 e 2012 foram: altura de planta, comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule, índice de área foliar, número de folhas e número de ramos plagiotrópicos produtivos. Os parâmetros avaliados mostraram que a planta foi favorecida pelo estresse hídrico controlado. A paralisação da irrigação na colheita, isoladamente, ou associada à condução da poda estimulou o crescimento da planta e do comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, refletindo-se positivamente no diâmetro do caule, no número de folhas e no índice de área foliar total nas épocas seca e chuvosa. A irrigação durante todo o ano não proporcionou aumento significativo na altura de planta, comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule, índice de área foliar e ramos primários produtivos no período de inverno. A ausência de irrigação proporcionou incrementos significativos para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas somente na época chuvosa. Na floração coletaram-se dados sobre números de ramos produtivos, nós produtivos, botões florais, flores, inflorescências, chumbinhos, chumbinhos por inflorescência e nós com frutos. O tratamento sem irrigação apresentou um período principal de floração. Os tratamentos com paralisações da irrigação reduziram os eventos de floração, contrariamente, a irrigação o ano todo apresentou diferentes intensidades de floração de julho a outubro de 2012. Na média dos cinco regimes hídricos aplicados, houve maior

produção na posição leste (nascente) do número de nós com botões florais, número de botões florais, número de flores abertas, número de flores por inflorescência, número de chumbinhos por inflorescência e número de chumbinhos. A irrigação feita até a colheita associada à condução da poda, com paralisações por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, elevou a produção da maioria dos parâmetros de floração. A produção e a produtividade totais de café foram avaliadas em 2011, 2012 e 2013 subdividiu-se em frutos cereja, cereja + verde, seco + chocho, além da trienal e acumulada. Os tratamentos com paralisações programadas das irrigações apresentaram produção e produtividade superiores ao tratamento sem irrigação. A irrigação feita todo o ano reduziu a proporção de frutos secos e chochos, porém, aumentou a de frutos verdes. A irrigação até a colheita associada à condução da poda de recepa aumentou a produção de frutos cereja e reduziu a de frutos secos e chochos em relação à massa total de frutos colhidos. A irrigação realizada até a colheita e a condução da poda de recepa elevou a produção e a produtividade trienal e acumulada.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, botões florais, fruto, estresse hídrico, ramos primários, produtividade.



# **RESPONSE COFFEE IN ORGANIC FARMING SYSTEM AFTER PRUNING UNDER DIFFERENT WATER REGIMES**

## **ABSTRACT**

The experiment was conducted in Água Limpa Farm, during three consecutive years, in densely planted, (7,142 plants ha<sup>-1</sup>) organic coffee orchard, cv. IAPAR 59, after pruning followed by drip irrigation treatments. Three aspects of coffee plant were investigated and presented in chapters. In the first, the aim was to evaluate vegetative growth, while in the second, uniformity of flowering and, in the third, fruit productivity. The water treatments were: without irrigation, rain fed (control), continuous irrigation, suspended irrigation 30 days before harvest, suspended irrigation at harvest time, and suspended irrigation at harvest combined with stem conduction. In the plots without irrigation water tension was determined by gravimetric method, whereas for the other treatments an Irrigas equipment was utilized to monitor the water tension, pre-defined at 40 kPa. The experiment consisted of randomized blocs, where water regimes were the treatments, with six repetitions. Vegetative growth in 2011 and 2012 was evaluated by plant height, length of first plagiotropic branches, stem diameter, leaf area index, number of leaves and primary branches. Vegetative growth was favored by controlled water stress. Suspended irrigation at harvest, alone or combined with stem conduction, stimulated plant growth and the lengthening of first plagiotropic branches, reflecting positively in stem diameter, leaf number and leaf area index in dry and in rainy season. Continuous irrigation did not increase in plant height, length of the first pair of primary branches, stem diameter, leaf area index and productive primary branches during winter (dry season). Without irrigation (control) provided significant increments for plant height, stem diameter and number of leaves in the rainy season only. At flowering data were collected on number of productive branches, productive nodes, floral buds, flowers, inflorescences, early green fruits and early green fruits by inflorescence, and fruit bearing nodes. The treatment without irrigation showed a main flowering period. Treatments with downtime reduced irrigation events flowering contrary, irrigation all year presents different intensities flowering from July to October 2012. The average of the five water regimes applied there was higher production in the plant side facing east for nodes with floral buds, floral buds, open flowers, flowers by inflorescence, early green fruits by inflorescence and early green fruits. Irrigation until harvest, associated with stem conduction, and suspended irrigation for 70 days in 2011 and 57 days in 2012, increased production in most of flowering

measurements. Total production and productivity were evaluated in 2011, 2012, 2013 and accumulated, subdivided in cherry, cherry + green, dry + empty. Treatments with programmed water suspension had production and productivity superior to the non-irrigated treatment. Continuous irrigation reduced the proportion of dry and empty fruits, although increased the amount of green fruits. Irrigation until harvest associated with stem conduction after pruning increased the proportion of cherry and reduced dry empty fruits in relation to the total harvested. Irrigation until harvest and stem conduction increased production and productivity in the three year period and accumulated.

Key-words: *Coffea arabica*, flower buds, fruit, water stress, primary branches, productivity.

## 1) INTRODUÇÃO GERAL

O cafeeiro pertence à família Rubiaceae possuindo várias espécies, as mais pesquisadas em vários países são a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*, representando quase a totalidade do café comercializado no mundo (GUERREIRO FILHO et al., 2008).

A cultivar IAPAR 59, segundo Carvalho et al. (2008), apresenta resistência a 45 raças de *Hemileia vastatrix*, sendo produtiva, com maturação uniforme e precocidade comparada a outras cultivares, indicada para os plantios adensado e superadensado. Apresenta qualidade de bebida semelhante à da cultivar Bourbon Vermelho. Originou-se do cruzamento entre a cultivar Villa Sarchi CIFC 971/10 e o Híbrido de Timor CIFC 832/2, realizado no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro - CIFC, em Portugal, onde recebeu a denominação de H 361. A geração F<sub>2</sub> (H 361-4) foi recebida pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC que a denominou LC 1669. Em 1975, o Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR recebeu do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC a geração F<sub>3</sub> (LC 1669 Ep 127 cv. 506), denominando-a de PR 75163. A progênie PR 75163-22, na geração F<sub>4</sub>, destacou-se nos ensaios realizados pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR em Londrina, Loanda e Carlópolis, no Paraná, dando origem à IAPAR 59.

O mercado internacional de café engloba aproximadamente 500 milhões de pessoas em sua gestão, desde o cultivo até o produto final. Porém, 70% da safra mundial são cultivados em pequenas propriedades com menos de 10 ha (DAMATTA et al., 2007). Segundo a Organização Internacional do Café – OIC (2013), a produção mundial em 2012/2013 deve alcançar 144,7 milhões de sacas de 60 kg, com aumento de 6,9% em relação à safra anterior. Para o Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013) estimou a produção nacional para 2013/2014 em 48,59 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, correspondente a 33,58% da produção mundial e com área total cultivada de 2,34 milhões de ha, o que demonstra a importância econômica da cafeicultura nacional e internacional.

Em face das condições climáticas favoráveis no Brasil, o cultivo de café espalhou-se rapidamente e ferrovias foram construídas para permitir o escoamento da produção, substituindo o transporte animal e impulsionando o comércio inter-regional de outras importantes mercadorias, o que lhe confere substancial importância social desde os primórdios de sua introdução no Brasil. Além disso, o café trouxe grandes contingentes de imigrantes, consolidou a expansão da classe média, diversificou os investimentos e, até mesmo, intensificou movimentos culturais. A partir de então, o café e o povo brasileiro passaram a ser indissociáveis (ABIC, 2010).

No Brasil, um dos sistemas de produção que demonstra crescimento é a cafeicultura orgânica. Este sistema objetiva o aumento de produção, a melhoria da qualidade do grão e a redução dos impactos ambientais mediante a adoção de práticas conservacionistas de produção agrícola. Nestas condições, Ricci et al. (2006) relatam que a umidade do solo torna-se mais estável ao longo do tempo, melhorando sua estrutura física e composição microbiológica. Apesar destas vantagens, Malta et al. (2008) relatam que há carência de informações a respeito de características agrônômicas de lavouras cafeeiras submetidas ao manejo orgânico.

Os índices referentes à cobertura vegetal, teores de matéria orgânica e a atividade microbiológica do solo caracterizaram uma condição de elevado potencial produtivo para os cafezais sob manejo orgânico em relação aos mantidos sob manejo convencional (NETO; MATSUMOTO, 2010). Além disso, este sistema de produção agrega maior valor ao longo do tempo, proporcionando vantagens econômico-financeiras e ambientais ao produtor (GABRIEL et al., 2011).

Outro aspecto é o aumento da demanda por produtos obtidos a partir do atendimento as normas e aos princípios da agricultura orgânica, representando excelente opção de investimento e renda. Em face dessa conjuntura, a Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil – ACOB (2013) tem como meta ampliar a participação para 5% da produção nacional em dez anos e 10% em 20 anos, estimando-se que atualmente seja de 0,25% do total de café produzido.

O cafeeiro perde cerca de 70% das raízes absorventes após a poda de recepa, tal comportamento é justificado porque na ausência total da parte aérea, na recepa sem ramos pulmão, o sistema radicular apresenta-se como fonte de carboidratos para sustentar o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea, que se constitui num forte dreno. Em geral, após a recepa, cafeeiros com sistema radicular uniformemente distribuído no perfil do solo apresentam recuperação mais rápida do que cafeeiros com sistema radicular concentrado. Na distribuição desuniforme ou concentrada há esgotamento mais rápido da água e nutrientes do solo na região próxima dessas raízes, resultando numa lenta recuperação do cafeeiro após a poda (ALVES, 2008). O crescimento do cafeeiro recepado é acelerado pelo aumento da disponibilidade de água no solo, lâmina de 80% de Evaporação do Tanque “Classe A” (ECA) foi considerada a mais adequada na recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L., cv. Topázio MG-1190). Após a recepa, a irrigação deve ser realizada o ano todo, pois promove a recuperação mais rápida das plantas (ARANTES et al., 2009).

A perda da parte inferior da copa em cafeeiros mal conduzidos e a recuperação do cafeeiro de acordo com Alves (2008), somente serão possíveis com a recepa, já que ela permite a brotação de novos eixos ortotrópicos que, ao se desenvolverem, darão origem a uma nova planta, com uma estrutura normal de copa. O aparecimento de vários ramos ortotrópicos, logo abaixo do ponto de corte da poda, exige operação de desbrota, a fim de conduzir a planta com um ou dois caules.

No sudeste do Brasil, o desenvolvimento da parte aérea do cafeeiro varia sazonalmente: a fase ativa do crescimento vegetativo ocorre de setembro a março, período em que as temperaturas são elevadas e as chuvas são abundantes; a fase quiescente ocorre no período seco e frio, de março a setembro, com pequenas taxas de crescimento no fim de maio. No entanto, a estiagem parece não ser o fator primário da regulação do ritmo de crescimento do café, uma vez que a irrigação, durante o período seco e frio, não altera as taxas de crescimento. É provável que o declínio do crescimento do cafeeiro seja fortemente modulado por baixas temperaturas. Por outro lado, decréscimos temporários no crescimento de janeiro a fevereiro, parecem estar associados a elevadas temperaturas e fortes intensidades de radiação solar (DAMATTA et al., 2008).

As melhores condições para o cultivo do café, segundo Alves (2008), são: temperatura média anual de 19 °C a 21 °C, precipitação de 1400 a 1500 mm anuais, bem distribuídas no período de primavera, verão e outono. No inverno, o ideal é que ele sofra pequeno déficit hídrico, principalmente nos meses de agosto e setembro, com temperaturas amenas, entre 16 °C a 18 °C. No final desse período de repouso, quando normalmente ocorrem as primeiras chuvas, as estípulas engrossam na região da axila foliar, devido ao restabelecimento da conexão xilemática e o aumento no diâmetro do lúmen dos vasos xilemáticos, levando a decréscimos na resistência apoplástica ao ingresso de água. Assim, os tecidos recuperam sua condição túrgida, elevando o potencial hídrico das gemas florais maduras devido, sobretudo, ao “choque hídrico”. Nesse estágio, as gemas intumescem e os botões florais crescem durante 8 a 16 dias, atingindo 12 mm, devido à mobilização de água e nutrientes, estendendo-se até a antese, quando a corola alcança o comprimento de 21 mm. A abertura das flores acontece, em geral, de 8 a 12 dias após as chuvas de floradas, com 8 a 10 mm de precipitação, após verifica-se a queda das pétalas. O teor de água nos botões passa de 54%, antes da chuva, para 78%, na flor aberta. Além disso, segundo Favarin (2004), o pegamento de chumbinho é influenciado pelo número de flores, folhas, ramos produtivos, presença ou não de flores atrofiadas, chuvas intensas durante a expansão do botão floral, nutrição das plantas, queda abrupta de temperatura, espécie, cultivar e posição da flor na planta.

A estação seca é importante para a sincronização do ciclo biológico do cafeeiro. É durante esse período que ocorre a preparação ou maturação reprodutiva dos seus ramos, determinação do número potencial de nós, maturação dos ramos para a próxima safra, maturação dos frutos e formação das gemas florais. Por outro lado, é durante a estação chuvosa que as gemas florais se desenvolvem, as flores se abrem e os entrenós, folhas, gemas terminais e frutos crescem. A estação seca é também importante como condicionadora da fase de desenvolvimento dos frutos. Nas regiões onde não são bem definidas, as flores aparecem em ramos verdes jovens, isto é, flores e, posteriormente, frutos jovens e completamente desenvolvidos são encontrados no mesmo ramo (DAMATTA et al., 2008).

A criação de um ambiente favorável à produção e ao desenvolvimento do cafeeiro, a redução de riscos e a possibilidade de utilização de algumas áreas climaticamente marginais à cultura são algumas das vantagens atribuídas à utilização da irrigação na produção do café. Como principal desvantagem pode-se destacar os altos custos em alguns casos com o bombeamento de água e a influência negativa de certas condições climáticas como temperatura, umidade relativa do ar e vento (ROTONDANO et al., 2005).

A distribuição irregular de chuvas na região de Cerrado evidencia a importância da irrigação para viabilizar a cafeicultura nesta região. Apesar dos cafeicultores irrigarem suas lavouras para suprir a natural falta de água em determinadas épocas do ano, 95% deles não adotam qualquer critério técnico de manejo de água. Assim, mesmo suprimindo a deficiência hídrica, o florescimento e a maturação dos frutos são desuniformes, resultando numa bebida de baixa qualidade. Por outro lado, quando o cafeeiro é submetido ao estresse hídrico adequado, a taxa de crescimento vegetativo é reduzida significativamente, porém, após o retorno das irrigações ocorre um desenvolvimento compensatório com um crescimento vegetativo superior ao do cafeeiro irrigado durante todo o ano (ALVES, 2008). Além disso, a utilização da irrigação pode proporcionar menor risco, maior eficiência na utilização e aplicação de insumos, maior produtividade e melhor qualidade do produto (OLIVEIRA, et al., 2010).

Em Planaltina/DF, a evapotranspiração média diária da cultura para as cultivares Rubi MG-1192, IAPAR 59, Acaiá Cerrados e Topázio MG-1190 (*Coffea arabica* L.), da fase de formação até o segundo ano de idade, variou de 2,99 mm dia<sup>-1</sup> em julho a 4,6 mm dia<sup>-1</sup> em janeiro. Enquanto que na fase de produção a evapotranspiração média diária da cultura variou de 3,0 mm dia<sup>-1</sup>, no mês de julho, a 6,3 mm dia<sup>-1</sup>, no mês de setembro. O alto valor de evapotranspiração da cultura no mês de setembro é resultante da elevação da temperatura, o

que geralmente ocorre neste período, e das altas taxas de crescimento dos cafeeiros após o período mais frio do ano (GUERRA et al., 2006).

A quantidade de água no solo durante a fase de crescimento inicial intenso influencia no crescimento vegetativo (NAZARENO et al., 2003). O crescimento é um importante parâmetro relacionado à produtividade do cafeeiro arábica, pois a produção só ocorre nos ramos plagiotrópicos novos (SILVA et al., 2007). Nas condições do Cerrado da região de Jataí/GO, as irrigações de cafeeiros concentraram-se no período de maio a setembro, sendo que a irrigação por gotejamento possibilitou uma economia significativa de água em relação à aspersão (BONOMO et al., 2008).

Contrariamente, cafeeiros irrigados com muita frequência na fase de dormência apresentam floração indefinida. Em geral, uma florada principal ocorre depois de um período de restrição hídrica, seguido de chuva ou irrigação abundante. Não havendo seca definida, os botões crescem continuamente, resultando em floradas sucessivas, já que a iniciação dos primórdios florais se dá por influência do meio. Floradas sucessivas resultam em várias colheitas, o que, num sistema de cultura extensiva, representa uma séria desvantagem. Temperatura ambiente elevada associada a um intenso déficit hídrico, durante o início da florada, provoca a morte dos tubos polínicos pela desidratação, causando o abortamento das flores (ALVES, 2008).

Apesar de haver um relativo crescimento na cafeicultura brasileira irrigada, verifica-se a falta de um manejo eficiente da irrigação, objetivando aumento do rendimento (SILVA et al., 2011). Um dos fatores que viabilizou o avanço da cultura cafeeira, sobretudo, para a região de Cerrado, foi adoção de sistemas de irrigação, como o gotejamento, essencial num período de seca de quatro a seis meses.

Ressalta-se que o aumento da cafeicultura irrigada no Cerrado impõe a necessidade de tecnologias adequadas para racionalizar a atividade e garantir a competitividade do produto nos mercados interno e externo. Embora o Cerrado já responda por mais de 40% da produção nacional, a sustentabilidade dessa atividade depende do aumento da produtividade das lavouras e da qualidade do produto. Pesquisa objetivando a sustentabilidade da cafeicultura na região de Cerrado, conduzida por pesquisadores da Embrapa Café, utilizando a aplicação do estresse hídrico controlado na estação seca do ano elevou a produtividade em 13 sacas ha<sup>-1</sup>, quando comparado ao café irrigado todo o ano, proporcionou maior uniformidade da floração e redução de perdas de café, melhorou o enchimento dos grãos e aumentou a produção dos grãos cerejas, reduzindo o consumo de água e energia elétrica em torno de 33% (GUERRA et al., 2006). Assim, alguns resultados de pesquisa mostraram que o estresse hídrico controlado

deve ser visto como uma ferramenta para sincronização da florada e organização do crescimento do cafeeiro, dentro de um sistema de produção equilibrado (GUERRA et al., 2007).

Irrigação realizada entre abril e julho, em Lavras/MG, para a cultivar Topázio MG-1190, aumentou a produtividade, com menores rendimentos médios obtidos nos tratamentos não irrigados e irrigado de agosto a outubro (REZENDE, et al., 2010). Para a cultivar Acaia MG-1474, avaliada em Lavras/MG, as produtividades mais elevadas aliada ao menor consumo de água foram obtidas com a irrigação realizada nos meses de abril, maio, junho, agosto e setembro (CUSTÓDIO et al., 2013). A cultivar Rubi MG-1192, irrigada por gotejamento em Uberlândia/MG, apresentou as maiores produtividade e rendimento com lâminas de irrigação estimadas em 60,08% e 70,20% da ECA, respectivamente (EVANGELISTA et al., 2013). Além disso, a irrigação interfere no crescimento, na produtividade, na qualidade do produto colhido e na longevidade produtiva da planta.

No Cerrado, paralisações das irrigações no período de inverno por 104 e 81 dias para as cultivares IAPAR 59 e Obatã, respectivamente, proporcionaram melhores resultados em termos da sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas. A uniformidade da floração do cafeeiro após ser submetida às podas de esqueletamento e decote, independente dos genótipos avaliados, foi afetada por fatores climatológicos, sobretudo, a temperatura associada ao teor de água do solo (NASCIMENTO, 2008).

Em estudo com a cultivar Rubi MG-1192, em Planaltina/DF, foi observado que o período de suspensão da irrigação por 70 ou 109 dias após a colheita e anterior ao florescimento proporcionou maior uniformidade de maturação de frutos (MERA, 2009). Diante do crescente avanço da cafeicultura no Cerrado, e devido as suas restrições hídricas e a baixa fertilidade natural desses solos, torna-se necessária a aplicação de técnicas adequadas de irrigação e adubação. Além disso, é importante ressaltar que os recursos naturais são escassos e dependem de boas práticas na sua utilização, em face disso, deve-se primar pelo uso racional dos recursos hídricos e o aproveitamento integral da produção.

## **2) OBJETIVOS**

Geral: Avaliar o comportamento do cafeeiro em sistema de cultivo orgânico após ser submetido à poda de recepa, quanto ao crescimento vegetativo e reprodutivo sob diferentes regimes hídricos.



Específicos:

Verificar o efeito de estresse hídrico controlado no crescimento vegetativo da cultivar IAPAR 59 no período de inverno e em condições de Cerrado;

Avaliar o efeito do estresse hídrico controlado sobre a uniformidade da floração da cultivar IAPAR 59;

Examinar o efeito de estresse hídrico controlado sobre a produção e a produtividade da cultivar IAPAR 59;

Estimar uma época de suspensão da irrigação que melhor defina as respostas do cafeeiro a estresses hídricos, em função das características de crescimento vegetativo, uniformidade da floração e produtividade.

### 3) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 35-56.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 313-319, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ - (ABIC), 2010. A história do café: origem e trajetória. Disponível em: <[http://www.abic.com.br/safe\\_historia.html](http://www.abic.com.br/safe_historia.html)>. Acesso em: 27 out. 2010.

ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL – (ACOB). Metas ambiciosas para o café orgânico – Seagri. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?qact=view&notid=26960>>. Acesso em: 24 mai. 2013.

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; NETO, A. N. S.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 233-240, 2008.

CARVALHO, C. H. S.; FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, G. R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A. A.; ALMEIDA, S. R.; MATIELO, J. B. In:\_\_\_\_\_. **Cultivares de café arábica de porte baixo**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 176-179. v. 1.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Safra 2013 segunda estimativa, maio/2013, Brasília: CONAB, 2013. 18 p.

CUSTÓDIO, A. de P.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C.; MORAIS, A. R. de; JUNIOR, M. C. R. L. Irrigation management in pruned coffee tree crop. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 55-63, 2013.

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Aspectos fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 59-68.

EVANGELISTA, A. W. P.; JÚNIOR, J. A.; MELO, P. C. Resposta do cafeeiro à aplicação de níveis de irrigação e adubação com Alfertil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 392-396, 2013.

FAVARIN, J. L. **A cultura do cafeeiro**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 45 p.

GABRIEL, J. E. F.; FILHO, L. R. A. G.; CREMASCO, C. P.; SIMON, E. J. Análise matemática e estatística da produtividade de lavouras cafeeiras agroquímica e orgânica na região da Alta Paulista. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 52-64, 2011.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C. Manejo de irrigação. Coeficientes de cultura para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) no Cerrado. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 69/70, p. 81-86, 2006.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C.; SANZONOWICZ, C., FILHO, G. C. R., TOLEDO, P. M. R., RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 52-61, 2007.

GUERREEIRO FILHO, O. ; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; SILVAROLLA, M. B.; BOTELHO, C. E.; FAZUOLI, L. C. Origem e classificação botânica do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 27-33.

MALTA, M. R.; THEODORO, V. C. A.; CHAGAS, S. J. R.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob sistema orgânico no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1402-1407, 2008.

MERA, A. C. **Crescimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro submetido a regimes hídricos pós-colheita e adubação fosfatada**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2009.

NASCIMENTO, L. M. **Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros orgânico e adensado**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2008.

NAZARENO, R. B.; OLIVEIRA, C. A. S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, J. C. P.; GUERRA, A. F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 903-910, 2003.

NETO, F. L. M.; MATSUMOTO, S. N. Qualidade do solo e nutrição de plantas em sistemas de produção de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 206-213, 2010.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaiá considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - (OIC). Café: produção global de café deve crescer 6,9% em 2012/2013. Disponível em: <[www.noticiasagricolas.com.br](http://www.noticiasagricolas.com.br)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

REZENDE, F. C.; ARANTES, K. R.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. Cafeeiro recepado e irrigado em diferentes épocas: produtividade e qualidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 229-236, 2010.

RICCI, M. S.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

ROTONDANO, A. K. F.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; SEVERINO, G. M. J. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 65-75, 2005.

SILVA, C. A.; THEODORO, R. E. F.; MELO, B.; SILVA, C. J.; RUFINO, M. A. Crescimento vegetativo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob níveis de irrigação em região de Cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília: Embrapa-café, 2007, 4 p.

SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P.; Características produtivas do cafeeiro arábica irrigado por pivô central na região de Lavras/MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 128-136, 2011.

## CAPÍTULO 1

### CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEEIROS ORGÂNICOS APÓS PODA DE RECEPA CONDUZIDO SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

CARLOS ROBERTO SPEHAR<sup>3</sup>

DELVIO SANDRI<sup>4</sup>

Este trabalho será enviado à Revista **Revista Coffee Science** da Universidade Federal de Lavras para publicação.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

# CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEEIROS ORGÂNICOS APÓS PODA DE RECEPA CONDUZIDO SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

L. M. NASCIMENTO<sup>2</sup>; C. R. SPEHAR<sup>3</sup>; D. SANDRI<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se nesta pesquisa avaliar diferentes regimes hídricos e o efeito da suspensão da irrigação por gotejamento superficial sobre o crescimento vegetativo do cafeeiro orgânico em plantio adensado (7.142 plantas ha<sup>-1</sup>), cv. IAPAR 59, após a poda de recepa. Os regimes hídricos foram: sem irrigação; irrigação durante todo o ano; paralisação 30 dias antes da colheita; paralisação na época da colheita; e paralisação na colheita associada à condução do caule. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, onde os tratamentos consistiram de regimes hídricos, com seis repetições. Para avaliação do crescimento vegetativo em 2011 e 2012 foi medido a altura de plantas, comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule, índice de área foliar, número de folhas e número de ramos primários produtivos. De modo geral, o crescimento vegetativo foi favorecido pela aplicação do estresse hídrico controlado. A paralisação da irrigação na colheita, isoladamente, ou associada à condução da poda estimulou o crescimento da planta e do comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, refletindo-se positivamente no diâmetro do caule, no número de folhas e no índice de área foliar total nas épocas seca e chuvosa. Essas medições revelaram-se como ferramentas promissoras para aferir a recuperação do cafeeiro orgânico e adensado após a recepa. A irrigação feita durante todo o ano não proporcionou aumento significativo na altura de planta, comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule, índice de área foliar e ramos primários produtivos no período de inverno, o que indica redução de crescimento por efeito de menores temperaturas. A ausência de irrigação proporcionou incrementos significativos para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas somente na época chuvosa.

Palavras-Chave: *Coffea arabica* L., gotejamento, índice de área foliar, caule, ramos primários.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

## VEGETATIVE GROWTH OF PRUNED ORGANIC COFFEE CONDUCTED UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

**ABSTRACT:** This research aimed at evaluating different water regimes by surface drip irrigation and the effect of suspended water supply on vegetative growth of organic coffee orchard, densely planted (7,142 plants ha<sup>-1</sup>), cv. IAPAR 59, after pruning. The water regimes were: without irrigation (rain fed), continuous irrigation, suspended irrigation 30 days before harvest, suspended irrigation at harvest, and suspended irrigation at harvest associated with stem conduction. The experimental design was a randomized blocs, where treatments consisted the water regimes, with six repetitions. The vegetative growth, in 2011 and 2012, was evaluated by plant height, length of the first plagiotropic branch, stem diameter, leaf area index, number of leaves and number of primary productive stems. In general, vegetative growth was favored by controlled water stress. Suspended irrigation at harvest, alone or in association with stem conduction, stimulated plant growth and plagiotropic branch, reflecting in the increase of stem diameter, number of leaves and leaf area index in both rainy and dry season. These measurements revealed to be a good tool to assess organic coffee orchard recovery after pruning. Continuous irrigation did not provide significant increases in plant height, length of the first plagiotropic branch, stem diameter, leaf area index and number of primary branches productive during winter, indicating plant reduced growth under low temperatures. Without irrigation provided significant increments for plant height, stem diameter and number of leaves in the rainy season only.

Key-words: *Coffea arabica* L., drip, leaf area index, stem, primary branches.

## 1) INTRODUÇÃO

No mundo todo, cerca de 500 milhões de pessoas estão envolvidas no comércio de café, desde a gestão, cultivo até o produto final. Do total da safra mundial, 70% são cultivados em propriedades com menos de 10 ha (DAMATTA et al., 2007). De acordo com a Organização Internacional do Café – OIC (2013), a produção mundial em 2012/2013 deve alcançar 144,7 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, aumento de 6,9% em relação à safra anterior. No Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013) estimou a produção em 2013/2014 de 48,59 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, correspondendo a 33,58% da produção mundial e com área total cultivada de 2,34 milhões de ha, demonstrando a importância econômica da cafeicultura interna e externa.

A cafeicultura orgânica é um dos sistemas de produção que está adquirindo espaço no mercado interno, ainda que lentamente. Este sistema visa ao aumento de produção, a melhoria da qualidade do café, e a redução do impacto ambiental mediante a adoção de práticas conservacionistas de produção agrícola. Nestas condições, Ricci et al. (2006) relataram que a umidade do solo torna-se mais estável ao longo do tempo, melhorando sua estrutura física e composição microbiológica. Neto e Matsumoto (2010) verificaram que os índices referentes à cobertura vegetal, teores de matéria orgânica e a atividade microbiológica do solo caracterizaram uma condição de elevado potencial produtivo para os cafezais orgânicos relativo ao manejo convencional.

Outro aspecto importante é o aumento da demanda por produtos obtidos a partir do atendimento às normas e aos princípios da agricultura orgânica, representando excelente opção de investimento e renda. Seguindo esta tendência, a Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil – ACOB (2013) tem como meta ampliar a participação para 5% da produção nacional em dez anos e 10% em 20 anos, sendo atualmente de cerca de 0,25% do total de café produzido.

A influência de lâminas de irrigação por gotejamento de 0%, 40%, 80% e 120% do balanço entre a evaporação do Tanque Classe A (ECA) e Precipitação (ECA-P) sobre a produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L., cv. Topázio MG-1190) recepado, em relevo com elevado declive na região do Sul de Minas, mostrou efeito positivo. Nestas condições, objetivando aumento de produtividade, muitos produtores têm optado pelo plantio adensado, o que exige algum tipo de poda, em função da queda de produção quando ocorre o “fechamento” da lavoura. O rendimento médio por planta e a produtividade tenderam aumentar nas safras avaliadas em 2002/2003 e 2003/2004 nos tratamentos irrigados, porém retardando a maturação dos frutos (REZENDE et al., 2006).



A perda parte inferior da copa em cafeeiros mal conduzidos e a recuperação da copa do cafeeiro somente foram possíveis com a recepa, permitindo a brotação de novos eixos ortotrópicos originando uma nova planta, com uma estrutura normal de copa. O aparecimento de vários ramos ortotrópicos, logo abaixo do ponto da poda, exige operação de desbrota, com a finalidade de conduzir a planta com um ou dois caules (ALVES, 2008).

O ciclo irregular de chuvas na região de Cerrado ressalta a importância da irrigação para viabilizar a cafeicultura. Nessa região, ainda que os cafeicultores irriguem suas lavouras para suprir a natural falta de água em determinadas épocas do ano, cerca de 95% deles não tem adotado qualquer critério técnico de manejo de água. Com isso, mesmo suprindo a deficiência hídrica, o florescimento e maturação dos frutos são desuniformes, resultando numa bebida de baixa qualidade. De outro modo, quando o cafeeiro foi submetido ao estresse hídrico, a taxa de crescimento vegetativo reduziu-se significativamente. Porém, após o retorno das irrigações ocorreu um desenvolvimento compensatório com crescimento vegetativo superior ao do cafeeiro irrigado durante todo o ano (ALVES, 2008). Além disso, a utilização da irrigação pode proporcionar menor risco, maior eficiência na utilização e aplicação de insumos, maior produtividade e melhor qualidade do produto (OLIVEIRA, et al., 2010).

A quantidade de água no solo durante a fase de crescimento inicial intenso influenciou o crescimento vegetativo (NAZARENO et al., 2003). O crescimento mostrou-se um importante aferidor da produtividade do cafeeiro arábica, pois a produção só ocorre nos ramos plagiotrópicos novos (SILVA et al., 2007). Segundo Bonomo et al. (2008), nas condições de Cerrado em Jataí/GO, as irrigações de cafeeiros concentraram-se no período de maio a setembro, sendo que a irrigação por gotejamento possibilitou uma economia significativa de água em relação à aspersão.

O aumento da cafeicultura irrigada no Cerrado impõe a necessidade de tecnologias adequadas para racionalizar a atividade e garantir a competitividade do produto nos mercados interno e externo. Conquanto o Cerrado já responda por mais de 40% da produção nacional, a sustentabilidade dessa atividade depende do aumento de rendimento das lavouras e de melhoria na qualidade do produto (GUERRA et al., 2006). Assim, o estresse hídrico controlado tem sido preconizado como ferramenta para sincronização da florada e organização do crescimento do cafeeiro, dentro de um sistema de produção equilibrado (GUERRA et al., 2007). A suspensão da irrigação por 70 ou 109 dias após a colheita e anterior ao florescimento proporcionou maior uniformidade de maturação dos frutos na cultivar Rubi MG-1192. Com o crescente avanço da cafeicultura no Cerrado, e devido as suas

restrições hídricas e a baixa fertilidade natural desses solos torna-se necessária a aplicação de técnicas adequadas de irrigação e adubação (MERA, 2009).

A irrigação interfere no crescimento, na produtividade, na qualidade do produto colhido e na longevidade produtiva da planta. Contudo, são limitadas as informações relativas ao suprimento controlado de água ao cafeeiro (SILVA et al., 2008). Assim, apesar de haver um relativo crescimento na cafeicultura brasileira irrigada, verifica-se a falta de um manejo eficiente da irrigação, objetivando aumento do rendimento (SILVA et al., 2011). Um dos aspectos que viabilizou o avanço da cafeicultura no Cerrado foi adoção de irrigação, como por exemplo, o gotejamento, que para esta região é essencial num período de seca que varia de quatro a seis meses. Observações feitas por produtores e técnicos têm indicado que o cafeeiro pode ser submetido a um período de estresse hídrico na fase de repouso vegetativo, visando floradas uniformes e melhor crescimento das plantas. Contudo, é necessária a realização de mais trabalhos com o cafeeiro orgânico após ser submetido à poda de recepa em relação ao crescimento vegetativo.

Irrigação realizada entre abril e julho aumentou a produtividade por planta e os menores rendimentos médios foram obtidos em ausência de irrigação, e irrigado de agosto a outubro (REZENDE et al., 2010). Produtividades mais elevadas da cultivar Acaiá MG-1474 aliadas ao menor consumo de água foram obtidas com a irrigação realizada nos meses de abril, maio, junho, agosto e setembro (CUSTÓDIO et al., 2013).

Em alguns trabalhos definiram-se os padrões de crescimento vegetativo de cafeeiros submetidos a diferentes períodos de estresses hídricos (CUSTÓDIO et al., 2013; REZENDE et al., 2010; SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2008). Em outros, buscou-se avaliar a uniformidade de floração e a produtividade de cafeeiros submetidos a diferentes períodos de paralisação da irrigação (GRENHO, 2007; GUERRA et al., 2007; MERA, 2009; NASCIMENTO et al., 2010, SILVA et al., 2009). Contudo, a informação sobre o período adequado para a paralisação da irrigação visando melhor crescimento vegetativo, uniformidade da floração e aumento da produtividade de cafeeiro arábica é incompleta. Além disso, segundo Rezende et al. (2010), são limitados os estudos que avaliam a recuperação de lavouras irrigadas e submetidas a algum tipo de poda .

Diante disso, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes regimes hídricos no crescimento vegetativo do cafeeiro orgânico adensado, recuperado após a poda de recepa.

## 2) MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, Distrito Federal, com coordenadas geográficas de 15° 56' de latitude Sul e 47° 56' de longitude Oeste e está a 1080 m de altitude. Segundo Santana et al. (2004), o solo da área experimental é Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), textura argilosa, fase Cerrado, apresentando boa drenagem. De acordo com Köppen & Geiger (1936), o clima é do tipo Aw tropical chuvoso e de inverno seco.

Avaliou-se a cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 (*Coffea arabica* L.), em sistema adensado e irrigado por gotejamento superficial. O transplântio das mudas de café ocorreu em abril de 2002, em sistema convencional, porém, a área de aproximadamente 1,0 ha foi convertida para o cultivo orgânico a partir de 2006. O espaçamento entre plantas foi de 2,0 m x 0,5 m, em linhas duplas espaçadas de 3,6 m e parcelas de 12,5 m de comprimento, sendo a área útil formada por cinco plantas centrais, totalizando 7.142 plantas ha<sup>-1</sup>. Neste sistema de cultivo, foram seguidas as recomendações técnicas sobre o cultivo orgânico do café sugeridas por Ricci et al. (2002).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso para o fator regime hídrico na parcela, com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas na área experimental. O controle das plantas daninhas na linha de plantio foi realizado por meio de capina manual até um raio de 0,30 m a partir da planta, e uso de roçadeira motorizada nas entrelinhas.

Os tratamentos foram estabelecidos como segue: Sem irrigação (testemunha) (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa associada à paralisação da irrigação na colheita (RH5). A irrigação foi realizada quando a tensão de água no solo atingia 40 kPa medida com sensor “Irrigas”. A paralisação da irrigação com 30 dias antes da colheita ocorreu em 24/05/2011 e 24/05/2012 e as colheitas ocorreram em 24/06/2011 e 24/06/2012. A tensão de água no solo de 40 kPa foi definida visando limitar a variação da tensão hídrica no solo, e proporcionar maior superfície de contato das raízes do cafeeiro recepado com a solução do solo, e conseqüentemente maior absorção de água e nutrientes.

A poda de recepa foi realizada em outubro de 2009, consistindo no corte da planta a uma altura de 0,40 m em relação ao nível do solo e as conduções da poda de recepa nos períodos: 21/12/2009 a 04/01/2010 e 22/12/2010 a 31/12/2010, mantendo-se uma haste principal, e removendo-se os demais ramos ortotrópicos, também conhecidos como ramos “ladrões”, com auxílio de alicate de poda.

Utilizou-se irrigação por gotejamento superficial, constituída por linhas principal e secundária em Cloreto de Polivinil (PVC) e tubo gotejador em polietileno de baixa densidade de 16 mm de diâmetro com emissores espaçados de 0,30 m. A vazão nominal dos emissores é de 1,2 L h<sup>-1</sup> com pressão de serviço de 100 kPa. Utilizou-se uma linha lateral por fileira de plantas, formando uma faixa molhada contínua com largura média de 0,60 m.

As lâminas de irrigação foram estimadas por meio da relação entre o volume de água em litros aplicada por planta e área (em m<sup>2</sup>) de abrangência do bulbo molhado formado pelo gotejador (SILVA, 2005). A partir do segundo ano após a poda de recepa do cafeeiro considerou-se a evapotranspiração real da cultura (ET<sub>rc</sub>) de 4 mm dia<sup>-1</sup>. Assim, com a eficiência de aplicação de (EA) 90%, vazão do gotejador, área média de abrangência no solo umedecido obteve-se a intensidade de aplicação (I<sub>a</sub>) em mm h<sup>-1</sup>. No manejo da irrigação foi considerado turno de rega variável, com reposição da lâmina de 13,33 mm em 2011, 2012 e 2013 sempre que a maioria dos sensores “Irrigas” indicava a tensão de 40 kPa (NASCIMENTO, 2008; ONZI, 2005).

Foram instaladas seis baterias de sensores “Irrigas” nos tratamentos irrigados, com um sensor a 0,20 m de profundidade e outro a 0,50 m de profundidade e a 0,20 m de distância do caule do cafeeiro. Para os tratamentos não irrigados, onde a tensão de água no solo podia atingir 1500 kPa no período de inverno, o uso de tensiômetro não é recomendado, a umidade do solo foi monitorada pelo método gravimétrico, padrão de estufa, em amostras removidas na camada de 0,00 a 0,20 m. Os dados de temperaturas máxima, média e mínima, precipitação total e evaporação do tanque “Classe A” foram obtidos na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa localizada a 1000 m da área experimental.

Para análise da fertilidade do solo foram coletadas 20 amostras na área experimental em abril de 2010 nas camadas de 0,00 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,30 m e enviadas ao laboratório (Tabela 1). Posteriormente, foram realizadas adubações de cobertura na proporção de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N (torta de mamona, 5% de N, 2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1% de K<sub>2</sub>O); 250 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (termofosfato magnésiano yoorin master 1, 16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1% de B, 0,05% de Cu, 0,55% de Zn, 0,15% de Mn); 355 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (sulfato de potássio, 48% de K<sub>2</sub>O, 18% de S); 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro (ácido bórico, 17% de B) e 49 kg ha<sup>-1</sup> de zinco (sulfato de zinco, 20% de Zn). Na data de 04/03/2010, referente ao primeiro ano após a poda de recepa, realizou-se adubação de cobertura, correspondente a 25% das doses mencionadas. Para o segundo ano após a recepa, a adubação de cobertura foi dividida em quatro aplicações com intervalos de 45 dias, de outubro de 2011 a abril de 2012, correspondente a 100% das doses mencionadas (MAPA, 1999).

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo em amostras coletadas no mês de abril de 2010 para o experimento com cafeeiro orgânico, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, Fazenda Água Limpa/UnB, Brasília-DF, 2013.

Atributos	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
M.O. (dag kg <sup>-1</sup> )	3,9	3,8	3,0
pH (H <sub>2</sub> O)	6,0	5,5	5,3
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,2	4,8	4,8
Al <sup>+3</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0	0	0
H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	4,9	6,6	4,9
CTCt (cmolc dm <sup>-3</sup> )	9,2	9,2	6,3
V (%)	47,0	28,0	22,0
P (mg dm <sup>-3</sup> )	21,1	6,3	1,3
K (mg dm <sup>-3</sup> )	176,0	157,0	115,0
S (mg dm <sup>-3</sup> )	8,4	21,8	39,4
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,2	1,9	1,0
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,6	0,3	0,1
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,6	0,5	0,4
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	15,8	8,2	2,1
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	40,0	42,0	49,0
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	13,1	11,3	5,8
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,8	0,8	0,6

Fonte: Laboratório Campo, Paracatu-MG, abril/2010.

Durante o experimento, realizou-se o controle da *Cercospora coffeicola* com calda bordalesa na proporção de 450 L ha<sup>-1</sup> pulverizando-se em 18/08/2010 e 21/12/2010. Em 13/11/2012 foi utilizada a calda de viçosa na mesma proporção. No controle de ácaro (*Oligonychus ilicis*), cochonilha (*Maconellicoccus hirsutus*), broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) foram realizadas duas pulverizações com óleo de neem (*Azadirachta indica*), na proporção de 125 mL para 100 L de água nas datas de 14/05/2012 e 11/09/2012 (RICCI et al., 2002).

Foram realizadas sete avaliações de crescimento das plantas em intervalos aproximados de 50 dias, de setembro de 2011 a setembro de 2012, em cinco plantas centrais da parcela, medindo-se os seguintes parâmetros: altura de planta; comprimento do primeiro

par de ramos plagiotrópicos; diâmetro do caule e número de ramos plagiotrópicos produtivos. O número total de folhas foi obtido em três plantas por parcela. O diâmetro do caule foi determinado com paquímetro digital, com precisão de 0,1 mm, a 50 cm de altura em relação à superfície do solo. A altura de planta, medida em relação à superfície do solo até ao meristema apical, e o comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos foram obtidos com o uso de uma fita métrica, com precisão de 1 mm. O número de ramos plagiotrópicos e de folhas foi obtido através da contagem direta na planta.

Para o cálculo da área foliar foi utilizado método não destrutivo das dimensões da folha. Consiste em obter a área do retângulo circunscrito à folha mediante o produto do maior comprimento pela maior largura, e inserir este valor numa equação de regressão linear (AMARAL et al., 2006; BARROS et al., 1973; FLUMIGNAN et al., 2008; MARTINS et al. 2012). Utilizou-se régua de precisão de 1 mm, avaliando-se comprimento e largura de 10 folhas em uma planta por parcela, de forma aleatória, nos terços inferior, médio e superior, totalizando 30 folhas por parcela e 900 folhas no experimento. Para cada avaliação foi ajustada uma equação de regressão linear, utilizando o método dos mínimos quadrados (Tabela 2). Os valores de comprimento e largura da folha de café, em cm, foram inseridos na respectiva equação de regressão, obtendo-se o valor da área foliar, e consequentemente os valores do índice de área foliar nos terços inferior, médio e superior.

**Tabela 2.** Equações de regressão linear utilizadas para a obtenção do índice de área foliar (IAF). AF = Área foliar, C = Comprimento da folha (cm), L = Largura da folha (cm) do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em seis avaliações: 1ª) 08/11/2011, 2ª) 02/01/2012, 3ª) 27/02/2012, 4ª) 23/04/2012, 5ª) 02/07/2012, 6ª) 03/09/2012.

Avaliações	Equações	Comprimento da folha (cm)	R <sup>2</sup>
1ª	$AF = - 0,000710077 + 0,438088246 (C * L)$	$1,50 \leq C \leq 15,00$	0,864
2ª	$AF = - 0,000829583 + 0,430729355 (C * L)$	$3,10 \leq C \leq 15,50$	0,700
3ª	$AF = 0,002823445 + 0,41157226 (C * L)$	$1,20 \leq C \leq 21,30$	0,813
4ª	$AF = 0,002983511 + 0,4404935557 (C * L)$	$5,90 \leq C \leq 21,00$	0,750
5ª	$AF = 0,000220362 + 0,42515517 (C * L)$	$4,50 \leq C \leq 21,40$	0,830
6ª	$AF = - 0,0022275279 + 0,430499151 (C * L)$	$4,10 \leq C \leq 25,60$	0,900

O reinício da irrigação para cada ano foi condicionado a um período de suspensão variando de 57 a 100 dias e ao comportamento da temperatura média entre 18 °C e 23 °C.

Assim, o retorno da irrigação para o ano de 2011 ocorreu no dia 02/09/2011 para os tratamentos RH3, RH4 e RH5, com paralisações das irrigações por 100, 70 e 70 dias, respectivamente. Para o ano de 2012, o retorno da irrigação ocorreu no dia 20/08/2012 para os tratamentos RH3, RH4 e RH5, com suspensões das irrigações por 88, 57 e 57 dias, respectivamente.

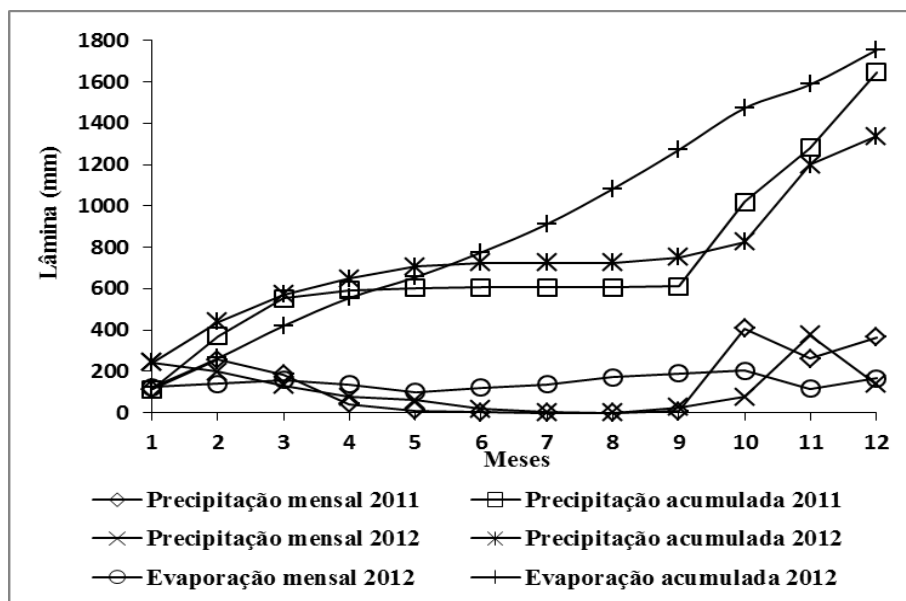
O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) é uma medida de associação linear entre variáveis. Tanto  $x$  como  $y$  são variáveis aleatórias contínuas, devem variar livremente, possuindo distribuição normal bivariada. O modelo linear supõe que o aumento ou redução de uma unidade na variável  $x$  gera o mesmo impacto em  $y$ . O coeficiente de correlação de Pearson varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma relação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (FILHO; JUNIOR, 2009). Pode-se adotar a seguinte interpretação: correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ) (DANCEY; REIDY, 2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância, enquanto as médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o SAS Institute (SAS, 2004). Incluiu-se a análise de correlação de Pearson “ $r$ ” ( $P < 0,01$ ), correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ).

### **3) RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observou-se que no período de abril a setembro de 2011, a precipitação pluviométrica foi nula, possibilitando a aplicação dos tratamentos com as suspensões da irrigação, a precipitação acumulada durante o ano foi de 1.646,7 mm (Figura 1). Em 2012, não houve precipitação pluviométrica no período de junho até o início de setembro. A evaporação mensal do “Tanque Classe A” no período citado superou as respectivas chuvas, permitindo avaliar o efeito dos regimes hídricos.

A precipitação anual acumulada em 2012 foi de 1335,8 mm e a evaporação anual acumulada de 1754 mm, logo, próximo da faixa de precipitação anual ótima para o crescimento do cafeeiro. Neste sentido, as melhores condições para o cultivo do café, segundo Alves (2008), são: temperatura média anual de 19 °C a 21 °C, precipitação de 1400 a 1500 mm anuais, bem distribuídas no período da primavera, verão e outono.



**Figura 1.** Valores médios mensais e acumulados de precipitação e evaporação ao longo dos meses para os anos de 2011 e 2012 obtidas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).

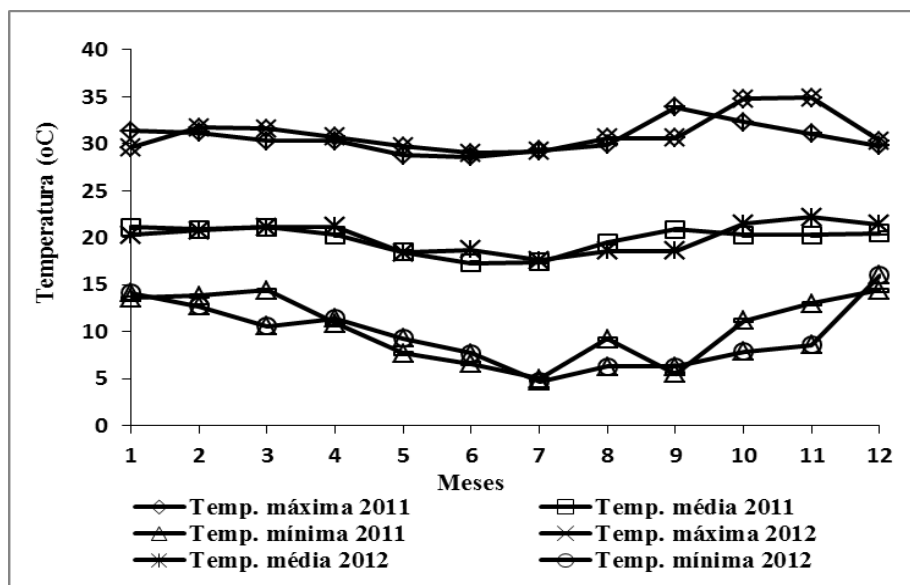
Por outro lado, a precipitação pluviométrica na região onde o experimento foi conduzido concentrou-se nos meses de outubro até o início de maio, impondo às parcelas não irrigadas elevado estresse hídrico no período de inverno. Este período coincide com a fase em que o cafeeiro apresenta pequenas taxas de crescimento vegetativo, porém, não é recomendada a ausência de irrigação todo o período de inverno. O ideal é que as plantas de café sejam expostas a estresse hídrico moderado, evitando que o solo alcance o ponto de murcha permanente.

Para 2011, as maiores amplitudes térmicas foram verificadas nos meses de junho, julho, setembro e outubro, com temperaturas máximas e mínimas mensais de 28,6 °C, 29,3 °C, 33,9 °C e 32,3 °C; e de 6,6 °C, 5,0 °C, 5,5 °C e 11,2 °C respectivamente (Figura 2). Para o ano de 2012, as maiores amplitudes térmicas foram verificadas nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, com temperaturas máximas e mínimas mensais de 29,2 °C, 30,6 °C, 34,8 °C e 34,9 °C; e de 4,7 °C, 6,3 °C, 7,9 °C e 8,6 °C, respectivamente.

A elevação da temperatura a partir dos meses de setembro e outubro para os anos de 2011 e 2012 possivelmente contribuiu para o menor crescimento vegetativo observado nos tratamentos sem irrigação. Dessa maneira, o *Coffea arabica* desenvolve-se bem em regiões onde temperaturas médias anuais situam-se entre 19 °C a 21 °C. Os extremos de temperatura do ar influenciam o crescimento, os processos fisiológicos e a produtividade do cafeeiro. Além disso, o desenvolvimento de várias fases biológicas, em condições de altas

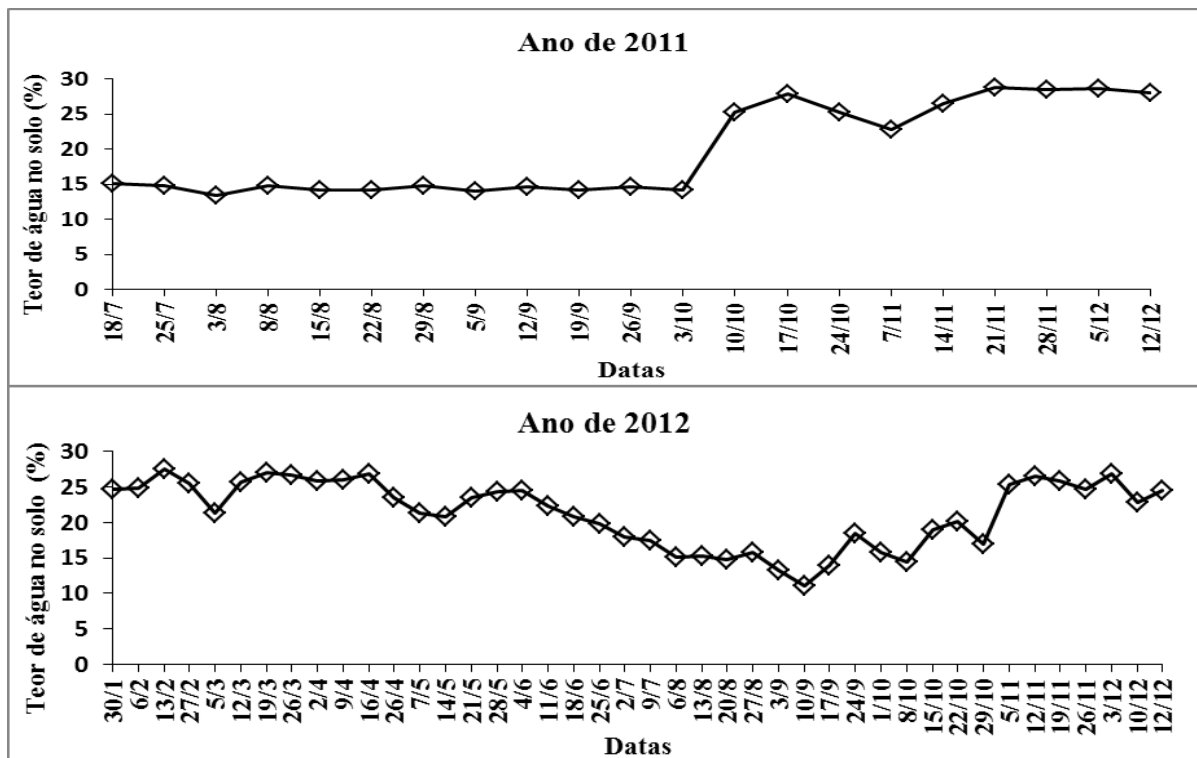


temperaturas, é reduzido e até paralisado totalmente. Sendo assim, para Cunha e Volpe (2011), as temperaturas mínimas e máximas do ar, que são influenciadas pela radiação solar, interferem na produtividade do cafeeiro durante os estádios fenológicos críticos.



**Figura 2.** Temperatura, mínima, média e máxima do ar para 2011 e 2012, observadas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).

No tratamento sem irrigação para o ano de 2011, o teor médio de água no solo a 0,20 m foi cerca de 15% entre julho até o início de outubro (Figura 3). De 10/10/2011 à 12/12/2011 e de janeiro a maio de 2012, o teor de água no solo para o tratamento sem irrigação ficou próximo da capacidade de campo (27,7%) . Ocorreu redução do teor de água no solo a partir de junho persistindo até setembro. Verificou-se que, apesar da precipitação total localizar-se próxima do nível ideal para o crescimento do cafeeiro, esta concentrou-se no verão, resultando em baixos teores de água no solo no inverno. Por outro lado, a presença de raízes axiais, logo abaixo da raiz pivotante, podendo alcançar cerca de 2,0 m de profundidade, pode ter contribuído para a absorção de água e nutrientes pelo cafeeiro nestas camadas de solo, assegurando a sobrevivência da planta de café no período seco do ano.



**Figura 3.** Teor de água no solo, em percentual, para 2011 e 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.

**Altura de planta:** Na primeira avaliação, a irrigação feita até a colheita com condução da poda de recepa e sem a condução da poda de recepa não diferiram entre si, diferindo do tratamento sem irrigação, proporcionando maiores incrementos na altura do cafeeiro (Tabela 3). Entretanto, no período chuvoso não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados e não irrigados. Na última avaliação, a irrigação feita até a colheita apresentou a maior altura de planta, 1,58 m, diferindo dos demais tratamentos, representando um aumento de 65,10% a partir da primeira aferição. Diante destes resultados, torna-se atraente a adoção do menor período de estresse hídrico, visando maior crescimento da planta em altura, logo, uma recuperação mais rápida do cafeeiro. Efeitos semelhantes da água sobre o crescimento das plantas de café foram observados para as cultivares Rubi MG-1192, IAPAR 59 e Obatã (CARVALHO et al., 2006; MERA, 2009; SANTANA et al., 2004).

Desse modo, a irrigação até a colheita proporcionou efeito benéfico no primeiro ano após a recepa, poda que causa elevado estresse fisiológico ao cafeeiro, esperando-se recuperação mais efetiva com o menor período de paralisação da irrigação, neste caso, de 70 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Arantes et al. (2009), onde o cafeeiro em recuperação após a recepa apresentou sensibilidade considerável à irrigação, restaurando de forma acelerada a capacidade produtiva das plantas.

**Tabela 3.** Valores médios de altura de planta do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1<sup>a</sup>) 13/09/2011, 2<sup>a</sup>) 08/11/2011, 3<sup>a</sup>) 02/01/2012, 4<sup>a</sup>) 27/02/2012, 5<sup>a</sup>) 23/04/2012, 6<sup>a</sup>) 02/07/2012, 7<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação							CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	
RH1	0,863	0,914	0,998	1,087	1,164	1,202	1,223	12,09
	Eb	Deab	CDab	BCb	Abc	Abc	Ac	
RH2	0,861	0,916	0,979	1,103	1,218	1,367	1,463	11,10
	Eb	Deab	Dab	Cb	Bbc	ABb	Ab	
RH3	0,833	0,884	1,011	1,164	1,309	1,420	1,425	13,06
	Eb	Eb	Dab	Cab	Bab	ABab	Ab	
RH4	0,957	0,984	1,062	1,235	1,412	1,515	1,580	11,27
	Da	Da	Da	Ca	Ba	Aba	Aa	
RH5	0,897	0,929	0,959	1,111	1,223	1,371	1,465	11,27
	Da	Dab	Db	Cb	Bbc	Ab	Ab	
CV (%)	14,65	13,59	12,48	13,69	10,04	10,25	9,65	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepca com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos:** Com exceção da segunda avaliação, nas demais a paralisação da irrigação na colheita com condução da poda e sem condução da poda não diferiram entre si, e proporcionaram as maiores taxas de crescimento no comprimento dos ramos plagiotrópicos (Tabela 4). Este efeito das paralisações da irrigação evidencia a importância da suspensão da irrigação no período de inverno.

Verificou-se que o comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos no final da avaliação para o tratamento sem irrigação foi de 0,381 m, representando um aumento de 26,58% em todo o período avaliado, com diferenças significativas entre as avaliações nos meses setembro de 2011, abril e setembro de 2012. Enquanto que para a irrigação realizada até a colheita com condução da poda, o comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos no final da avaliação foi de 0,621 m, aumento de 54,86% no mesmo período, com diferenças significativas entre as avaliações nos meses de setembro de 2011, novembro de 2011, fevereiro e julho de 2012. Dessa maneira, constata-se relativo aumento no comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos no período de inverno quando foi mantida a irrigação até a colheita.

Neste sentido, observou-se que no sudeste do Brasil o desenvolvimento da parte aérea do cafeeiro tem mostrado variações sazonais, com a fase ativa do crescimento vegetativo ocorrendo entre setembro a março, sob temperaturas relativamente altas e chuvas abundantes,

a fase quiescente ocorre no período seco e frio, de março a setembro, com pequeno crescimento no final de maio (DAMATTA et al., 2008).

Assim, a condução da poda de recepa e a irrigação até a colheita, com paralisações da irrigação por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, revelam-se ferramentas úteis ao visar maior crescimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos. Estes resultados diferem dos obtidos por Mera (2009), com a cultivar Rubi MG-1192, apresentando maiores acréscimos no comprimento de ramos no maior período de suspensão da irrigação, sendo este de 109 dias, este resultado foi atribuído ao crescimento compensatório ocorrido após o período do estresse hídrico.

Embora não tenham existido diferenças significativas entre a irrigação feita todo o ano e paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita no período de inverno, houve tendência de acréscimos no comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos.

**Tabela 4.** Médias do comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1<sup>a</sup>) 13/09/2011, 2<sup>a</sup>) 08/11/2011, 3<sup>a</sup>) 02/01/2012, 4<sup>a</sup>) 27/02/2012, 5<sup>a</sup>) 23/04/2012, 6<sup>a</sup>) 02/07/2012, 7<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação							CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	
RH1	0,301	0,305	0,314	0,327	0,345	0,360	0,381	18,98
	Cc	Cb	BCc	BCc	Bc	Abc	Ac	
RH2	0,345	0,362	0,380	0,424	0,465	0,494	0,540	20,46
	Eb	Eab	DEb	CDb	BCb	ABb	Ab	
RH3	0,334	0,451	0,406	0,451	0,482	0,512	0,523	16,20
	Cb	Aba	Bb	ABCb	ABb	ABb	ACb	
RH4	0,394	0,401	0,446	0,517	0,526	0,603	0,607	16,50
	Da	Dab	Ca	Ba	Ba	Aa	Aa	
RH5	0,401	0,432	0,450	0,506	0,528	0,582	0,621	15,91
	Da	Ca	Ca	Ba	Ba	Aa	Aa	
CV (%)	18,20	18,05	18,09	18,04	17,66	19,05	17,85	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Diâmetro do caule:** Exceto a sexta avaliação, nas demais a paralisação da irrigação na colheita associada à poda apresentou as maiores taxas de crescimento, diferindo dos outros tratamentos, ausência de irrigação resultou nas menores médias (Tabela 5). A irrigação realizada até a colheita com a condução da poda de recepa apresentou o valor de 0,033 m para diâmetro do caule na última avaliação, aumento de 106,25% no período de aferição, com diferenças significativas entre a primeira, segunda, quarta, sexta e sétima avaliações.

Na última avaliação de diâmetro do caule obteve-se o valor de 0,016 m na ausência de irrigação, aumento de 128,57% no período de um ano. Mesmo com este aumento substancial, as parcelas sem irrigação apresentaram os menores valores finais para diâmetro do caule em relação aos demais regimes hídricos. Não houve diferença significativa entre os meses de julho e setembro de 2012 para a ausência de irrigação e irrigação feita todo o ano. Neste caso, a irrigação não foi suficiente para assegurar o crescimento do diâmetro do caule. As temperaturas mínimas de 7,7 °C, 4,7 °C, 6,3 °C e 7,9 °C para os meses de junho, julho, agosto e setembro de 2012, respectivamente, podem ter limitado o crescimento da planta refletindo no menor acréscimo do diâmetro do caule (Figura 2).

Neste sentido, Amaral et al. (2007) verificaram que as maiores taxas de crescimento do cafeeiro foram obtidas com temperaturas mínimas acima de 17,5 °C, temperaturas médias entre 22 °C e 26 °C e a temperatura máxima de 30 °C. Temperatura máxima acima de 32 °C provocou redução acentuada na fase de crescimento ativo, de outubro a dezembro de 2000. Além disso, estes resultados sugerem que a suspensão da irrigação durante o período de baixa atividade de crescimento da planta seja recomendável também por razões econômicas. Além disso, Mera (2009) observou maiores médias para o diâmetro do ramo ortotrópico para o tratamento com 109 dias de suspensão da irrigação.

**Tabela 5.** Médias de diâmetro do caule do cafeeiro (m), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1<sup>a</sup>) 13/09/2011, 2<sup>a</sup>) 08/11/2011, 3<sup>a</sup>) 02/01/2012, 4<sup>a</sup>) 27/02/2012, 5<sup>a</sup>) 23/04/2012, 6<sup>a</sup>) 02/07/2012, 7<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação							CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	
RH1	0,007	0,008	0,009	0,010	0,015	0,016	0,016	19,76
	Cd	CDd	BCc	Bd	Ad	Ac	Ad	
RH2	0,011	0,015	0,017	0,020	0,021	0,024	0,025	15,49
	Dc	Cb	Cb	Bc	Bc	Ab	Ac	
RH3	0,013	0,014	0,018	0,024	0,024	0,025	0,028	14,16
	Db	Dc	Cb	Bb	Bb	Bb	Abc	
RH4	0,014	0,014	0,017	0,021	0,024	0,026	0,029	13,46
	Eb	Ebc	Db	Cbc	Cb	Bab	Ab	
RH5	0,016	0,019	0,022	0,026	0,026	0,029	0,033	13,92
	Ea	Da	Da	Ca	Ca	Ba	Aa	
CV (%)	16,63	10,72	13,41	14,36	13,94	15,00	15,65	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Número de folhas:** A irrigação teve efeito positivo sobre o tratamento não irrigado relativo ao número de folhas desde a primeira avaliação (Tabela 6). Na estação chuvosa não houve diferença significativa entre a irrigação durante todo ano, paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita e paralisação da irrigação na colheita com poda. De abril a julho de 2012 não houve diferença significativa entre a irrigação realizada o ano todo, paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita e paralisação da irrigação na colheita. Nesta época do ano observou-se que a média da temperatura mínima situou-se abaixo de 9 °C, esta variável climática pode estar causando redução na emissão de novas folhas nestes regimes hídricos.

Por outro lado, de abril a setembro de 2012, a paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou o maior valor para o número de folhas e diferiu dos demais tratamentos, enquanto a testemunha (sem irrigação) apresentou os menores valores. Este comportamento sugere que nas parcelas sem irrigação ocorreu maior senescência de folhas no período seco do ano, e a retomada na emissão de novas folhas deveu-se, sobretudo, com o início das precipitações ocorridas em setembro (Figura 1), associada à elevação da temperatura (Figura 2). O menor período de suspensão da irrigação associada à condução da poda de recepa contribuiu para a emissão de novas folhas, mesmo no período de inverno, onde, em geral, as temperaturas são amenas. Ademais, a retirada dos ramos “ladroes”, considerados drenos do cafeeiro, pode ter contribuído para elevar a quantidade de folhas nas plantas de café no período seco do ano. Segundo Amaral et al. (2006), as quedas no crescimento vegetativo do *Coffea arabica* estão associadas às oscilações da temperatura mínima do ar.

Relativamente às épocas aferidas, a irrigação na colheita com a condução da poda de recepa com o maior valor médio de 1149,83 folhas na última avaliação, representou aumento de 455,18% desde a primeira avaliação, com diferenças significativas para as épocas seca e chuvosa do ano. A testemunha apresentou o valor médio de 488,39 folhas, aumento de 415,61% no período avaliado com diferenças significativas apenas na época chuvosa. Corroborando estes resultados, em outra pesquisa com a cultivar IAPAR 59 houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados e não irrigados no início da estação chuvosa (SANTANA et al., 2004). As maiores taxas de enfolhamento dos ramos primários da cultivar Catuaí Vermelho, avaliadas em Campo Alegre de Goiás/GO, ocorreram no período chuvoso, entre novembro de 2001 e janeiro de 2002 (FELIPE et al., 2007).

**Tabela 6.** Médias de folhas do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1<sup>a</sup>) 13/09/2011, 2<sup>a</sup>) 08/11/2011, 3<sup>a</sup>) 02/01/2012, 4<sup>a</sup>) 27/02/2012, 5<sup>a</sup>) 23/04/2012, 6<sup>a</sup>) 02/07/2012, 7<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação							CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	
RH1	94,72	96,41	149,67	172,44	282,61	476,53	488,39	16,83
	Dc	Dd	Cc	Cc	Bc	Ac	Ae	
RH2	220,28	257	352,41	525,17	705,11	826,83	972,56	16,10
	Fa	Fb	Ea	Da	Cb	Bb	Abc	
RH3	200,72	235,89	349,61	440,18	640	799,56	822,65	15,99
	Fa	Fb	Ea	Db	Cb	Bb	Ad	
RH4	169,59	200,61	274,65	436,78	672,11	740,35	895	15,82
	Eb	DEc	Db	Cb	Bb	Bb	Acđ	
RH5	207,11	289,55	355,67	529	832,47	1020,72	1149,83	17,02
	Fa	EFa	Ea	Da	Ca	Ba	Aa	
CV(%)	14,44	14,10	15,13	15,29	15,33	14,99	14,71	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Ramos plagiotrópicos produtivos:** Este parâmetro foi influenciado significativamente pelos regimes hídricos aplicados, estando diretamente ligado ao potencial produtivo da planta do cafeeiro (Tabela 7). No início da estação chuvosa não houve diferença significativa entre a irrigação durante todo ano, paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita e paralisação da irrigação na colheita com poda, mas diferiram da testemunha. Na última avaliação realizada em setembro de 2012, a paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior proporção de ramos plagiotrópicos produtivos e diferiu dos demais regimes hídricos, situação oposta ocorreu com o tratamento sem irrigação. Estes resultados evidenciam a influência da irrigação sobre o aumento na quantidade de ramos plagiotrópicos produtivos, contribuindo, também, para aumentar o potencial produtivo do cafeeiro.

A paralisação da irrigação na colheita com poda no período final de aferição apresentou o valor médio de 51,23 para o número de ramos plagiotrópicos, aumento de 206,22% no período avaliado, com diferenças significativas para as estações seca e chuvosa do ano. Por outro lado, a testemunha na última avaliação, apresentou o valor médio de 23,93 para o número de ramos primários, aumento de 81,15% no período avaliado e apresentou diferenças significativas somente entre os meses de setembro e novembro de 2011 e julho de 2012. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Carvalho et al. (2006), onde a cultivar Rubi MG-1192 apresentou menores valores para o número de ramos por planta para os tratamentos não irrigados. O uso da irrigação elevou o número de ramos plagiotrópicos,

estando relacionado com maiores quantidades de gemas e influenciou indiretamente a produção.

**Tabela 7.** Médias de ramos plagiotrópicos produtivos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, obtidas em sete avaliações: 1<sup>a</sup>) 13/09/2011, 2<sup>a</sup>) 08/11/2011, 3<sup>a</sup>) 02/01/2012, 4<sup>a</sup>) 27/02/2012, 5<sup>a</sup>) 23/04/2012, 6<sup>a</sup>) 02/07/2012, 7<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação							CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	
RH1	13,21 Dc	18,43 BCb	17,37 Cc	17,87 BCc	19,90 Bc	22,23 Ac	23,93 Ad	14,59
RH2	16,07 Fa	21,97 Ea	28,70 Db	32,53 Ca	34,47 BCb	36,83 ABb	38,47 Ac	15,08
RH3	16,53 Fa	22,53 Ea	32,59 CDa	31,38 Dab	35,87 BCab	37,21 ABb	39,50 Ac	15,32
RH4	13,55 Gbc	20,96 Fa	26,73 Eb	30,30 Db	36,23 Cb	40,96 Ba	46,97 Ab	14,14
RH5	16,73 Ga	22,83 Fa	27,37 Eb	33,65 Da	38,57 Ca	44,23 Ba	51,23 Aa	14,43
CV(%)	17,03	16,34	16,00	15,03	13,50	12,66	14,25	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Índice de área foliar (IAF total):** No início da estação chuvosa não houve diferença significativa entre a paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita, paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda, diferindo da irrigação feita todo o ano (Tabela 8). De julho a setembro de 2012, a paralisação da irrigação na colheita com condução da poda e sem condução da poda apresentaram os maiores valores e não diferiram entre si, enquanto foi verificado o oposto com as parcelas sem irrigação. Estes resultados indicam contribuição positiva do menor período de déficit hídrico aplicado sobre a expansão da área foliar da cultivar IAPAR 59.

O índice de área foliar é um parâmetro indicativo de produtividade, assim, pode-se falar que a irrigação realizada até a colheita contribuiu para elevar o potencial produtivo da cultivar IAPAR 59. Segundo Sasaki et al. (2008), o índice de área foliar permite estimar os fluxos de água, carbono e energia, sendo determinante para a produção primária. Além disso, para Silva et al. (2011), a área foliar está estreitamente relacionada ao processo fotossintético das plantas e à produção, podendo auxiliar em algumas práticas como poda, adubação, irrigação, definição de espaçamento, aplicação de defensivos e quantificação de danos causados por pragas e doenças.



A paralisação da irrigação na colheita com condução da poda e sem condução da poda no período final de aferição apresentaram os valores médios de 0,1365 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e 0,1291 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> para o índice de área foliar, respectivamente, com diferenças significativas para as estações seca e chuvosa do ano, com aumentos de 308,68% e 273,12%, respectivamente. Por outro lado, não houve diferença estatística entre os meses de janeiro e fevereiro, julho e setembro de 2012 para a irrigação feita todo o ano. Este comportamento evidencia a importância da aplicação do déficit hídrico monitorado visando recuperação mais efetiva da copa do cafeeiro. O menor crescimento do índice de área foliar no período de inverno nas parcelas irrigadas todo o ano indica haver outro fator limitante para o crescimento das folhas. A baixa temperatura observada nos meses de junho, julho e agosto de 2011 e 2012, respectivamente, (Figura 2), pode estar relacionada com o baixo crescimento da área foliar do cafeeiro quando irrigou-se o ano todo.

**Tabela 8.** Médias do índice de área foliar do cafeeiro (IAF total), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22 em (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), obtidas em seis avaliações: 1<sup>a</sup>) 08/11/2011, 2<sup>a</sup>) 02/01/2012, 3<sup>a</sup>) 27/02/2012, 4<sup>a</sup>) 23/04/2012, 5<sup>a</sup>) 02/07/2012, 6<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Avaliação						CV (%)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	
RH1	0,0289 Bbc	0,0477 Aab	0,0486 Ac	0,0507 Ac	0,0442 Ad	0,0478 Ad	10,99
RH2	0,0279 Dc	0,0393 Cb	0,0497 Cbc	0,0643 Bbc	0,0760 Ac	0,0824 Ac	10,82
RH3	0,0340 Dab	0,0423 Dab	0,0651 Cab	0,0737 BCab	0,0893 Bbc	0,1131 Ab	14,50
RH4	0,0346 Ea	0,0516 DEa	0,0572 Dabc	0,0814 Ca	0,1017 Bab	0,1291 Aab	13,14
RH5	0,0334 Eab	0,0473 Eab	0,0668 Da	0,0864 Ca	0,1168 Ba	0,1365 Aa	12,80
CV (%)	9,42	12,59	16,32	13,46	13,70	9,75	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

O tratamento sem irrigação apresentou o valor médio de 0,0478 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> na última avaliação para o índice de área foliar, aumento de 65,40% no período avaliado com diferenças significativas somente na estação chuvosa, entre os meses de novembro de 2011 e janeiro de 2012. Estes resultados, provavelmente, contribuirão para reduzir a produção das plantas de café, pois como já mencionado, o índice de área foliar, dentre outros atributos, é um indicativo de produtividade. Desse modo, Favarin et al. (2002) relataram que a área foliar é

uma variável de crescimento reconhecida pela sua importância como indicativa da produtividade da planta, uma vez que a fotossíntese realizada pelas plantas depende da interceptação da energia luminosa pelo dossel e da sua conversão em energia química. A eficiência do processo fotossintético depende da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar, as quais são influenciadas pela arquitetura do dossel e pela dimensão do sistema fotoassimilador.

**Índice de área foliar (IAF terços):** A irrigação contribuiu para aumentar os valores nos terços médio e inferior da planta (Tabela 9). Na ausência de irrigação não houve diferença significativa entre o terço inferior, médio e superior da planta. Os maiores valores apresentados pelo índice de área foliar nos tratamentos irrigados podem ter provocado maior sombreamento e menor temperatura nos terços inferior e médio em relação ao terço superior. Com isso, criou-se um microclima favorável a maior expansão da área foliar nos terços inferior e médio. Assim, para Ricci et al. (2006), o sombreamento proporcionou maiores valores de área foliar para o cultivo de cafeeiro orgânico. O efeito do sombreamento sobre a expansão da área foliar também foi verificado por Morais et al. (2003), podendo consistir num mecanismo utilizado pela planta de café para compensar a menor luminosidade recebida, quando sombreado.

O sombreamento propicia uma melhor condição climática ao cafeeiro, protege-o do estresse provocado por elevadas temperaturas e perda de umidade do solo, reduz a evapotranspiração, e com isso, previne-o de um maior desfolhamento durante a estação seca (BOULAY et al., 2000). O menor valor para o índice de área foliar no terço superior nas parcelas irrigadas pode estar relacionado com a maior exposição desta parte da planta à radiação solar e, conseqüentemente, a maiores temperaturas. A união dessas variáveis climáticas devem ter causado maior senescência e queda de folhas na cultivar IAPAR 59, reduzindo a área foliar no terço superior. Rakocevic e Androcioli Filho (2011) elencaram outros fatores que podem influenciar a dinâmica do índice de área foliar em cafeeiros, tais como particularidades da fenologia de cada cultivar, técnicas de manejo e cultivo bem como respostas à disponibilidade de recursos ambientais. Além disso, segundo Cunha e Volpe (2010), com o crescimento do cafeeiro aumenta-se a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores provocadas pelo auto sombreamento, interferindo no índice de área foliar.

**Tabela 9.** Médias do índice de área foliar do cafeeiro (IAF terços), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22 em ( $m^2 m^{-2}$ ), obtidas nos terços inferior, médio e superior da planta em seis avaliações: 1<sup>a</sup>) 08/11/2011, 2<sup>a</sup>) 02/01/2012, 3<sup>a</sup>) 27/02/2012, 4<sup>a</sup>) 23/04/2012, 5<sup>a</sup>) 02/07/2012, 6<sup>a</sup>) 03/09/2012.

Tratamento	Terços			CV (%)
	Inferior	Médio	Superior	
RH1	0,0145 A	0,0161 A	0,0140 A	25,07
RH2	0,0198 A	0,0202 A	0,0166 B	19,39
RH3	0,0246 A	0,0247 A	0,0202 B	23,37
RH4	0,0260 A	0,0283 A	0,0216 B	22,09
RH5	0,0287 A	0,0294 A	0,0232 B	19,89

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

Houve correlação moderada e positiva entre altura de planta e diâmetro do caule ( $r = 0,65$ ), forte e positiva entre altura de planta e ramos plagiotrópicos produtivos ( $r = 0,70$ ) (Tabela 10). Estas correlações sugerem que ocorreu uma simultânea partição dos fotoassimilados, resultando em crescimento vegetativo da altura da planta, dos ramos plagiotrópicos produtivos e do diâmetro do caule.

**Tabela 10.** Coeficientes de correlação de Pearson “r” ( $P < 0,01$ ), correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ) para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), índice de área foliar (IAF), número de folhas (NF) e ramos plagiotrópicos produtivos (RPP), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22.

Variáveis	Variáveis				
	AP	DC	IAF	NF	RPP
AP	1,00	0,65	-	-	0,70
DC	-	1,00	0,85	0,86	0,86
IAF	-	-	1,00	0,73	0,73
NF	-	-	-	1,00	0,73
RPP	-	-	-	-	1,00

Tratamentos: Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

Observou-se correlação forte e positiva entre ramos plagiotrópicos e número de folhas ( $r = 0,73$ ), entre ramos plagiotrópicos e índice de área foliar ( $r = 0,73$ ), entre ramos plagiotrópicos e diâmetro do caule ( $r = 0,86$ ), entre número de folhas e índice de área foliar ( $r = 0,73$ ), entre número de folhas e diâmetro do caule ( $r = 0,86$ ), entre índice de área foliar e diâmetro do caule ( $r = 0,85$ ). Estes valores sugerem maior aproveitamento de água e nutrientes para o crescimento concomitante entre estas estruturas da planta. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Felipe et al. (2007) em Campo Alegre de Goiás/GO, com a cultivar Catuaí Vermelho, recepada e irrigada por pivô central.

#### **4) CONCLUSÕES**

As características vegetativas do cafeeiro foram beneficiadas pela aplicação do estresse hídrico monitorado. A paralisação da irrigação na colheita, isoladamente, ou associada à condução da poda estimula o crescimento da planta em altura, refletindo-se positivamente no comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, no diâmetro do caule, no número de folhas e no índice de área foliar total nas épocas seca e chuvosa do ano, revelando-se como ferramentas promissoras para a recuperação do cafeeiro orgânico e adensado após a recepa.

A ausência de irrigação proporciona incrementos significativos para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas somente na época chuvosa. No inverno, a irrigação feita o ano todo não proporciona aumentos significativos na altura da cultivar IAPAR 59, bem como no comprimento do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro do caule, índice de área foliar e ramos plagiotrópicos produtivos. Em face disso, a partir do segundo ano de aplicação da poda de recepa em cafeeiro orgânico e adensado, região de Cerrado do Distrito Federal, é desaconselhável proceder-se a irrigação durante todo o ano visando uma melhor recuperação das plantas de café.

#### **5) AGRADECIMENTOS**

Ao Consórcio Pesquisa Café/Embrapa/Café, à Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília – FAL/UnB.

#### **6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 35-56.

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

AMARAL, J. A. T. do; LOPES, J. C.; AMARAL, J. F. T. do; SARAIVA, S. H.; JESUS JR, W. C. de. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 16-24, 2007.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 313-319, 2009.

ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL – (ACOB). Metas ambiciosas para o café orgânico – Seagri. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?qact=view&notid=26960>>. Acesso em: 24 mai. 2013.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA, F. L. J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo). **Revisa Ceres**, v. 20, p. 44-52, 1973.

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; NETO, A. N. S.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no Cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 233-240, 2008.

BOULAY, M.; SOMARRIBA, E.; OLIVIER, A. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. **Agroforesteria en las Américas**, v. 7, p. 40-42, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – (MAPA). **Instrução Normativa nº 007 de 17/05/99**. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais, Brasília, publicada no D.O.U. em 19/05/99.

CARVALHO, C. H. M.; COLOMBO, A.; SCALCO, M. S.; MORAIS, A. R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Safra 2013 segunda estimativa, maio/2013, Brasília: CONAB, 2013. 18 p.

CUNHA, A. R. da; VOLPE, C. L. Relações radiométricas no terço superior da copa de cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 263-272, 2010.

CUNHA, A. R. da; VOLPE, C. L. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro c. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 49-62, 2011.

CUSTÓDIO, A. A. de P.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C.; MORAIS, A. R. de; JUNIOR, M. C. R. L. Irrigation management in pruned coffee tree crop. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 55-63, 2013.

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Aspectos fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 59-68.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 608 p.

FAVARIN, J. L.; NETO, D. D.; GARCIA, A.; VILA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FELIPE, C. R. de P.; OLIVEIRA, C. A. S.; CAMARANO, L. F. Crescimento e produtividade de plantas recepadas de café cultivadas em três espaçamentos no Cerrado Goiano. **Revista Anhanguera**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 29-44, 2007.

FILHO, D. B. F.; JÚNIOR, J. A. da S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Pernambuco, v. 18, n.1, p. 115-146, 2009.

FLUMIGNAN, D. L.; ADAMI, M.; FARIA, R. T. de. Área foliar de folhas íntegras e danificadas de cafeeiro determinada por dimensões foliares e imagem digital. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2008.

GRENHO, A. I. S. **Influência do estresse hídrico na qualidade e produtividade de cinco genótipos de café**. 2007. 30f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2007.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C. Manejo de irrigação. Coeficientes de cultura para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) no Cerrado. ABID. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 69/70, p. 81-86, 2006.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C.; SANZONOWICZ, C., FILHO, G. C. R., TOLEDO, P. M. R., RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. ABID. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 52-61, 2007.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. **Das geographische system der klimate Handbuch der klimatologie**. Berlin: Borntraeger, 1936. 44 p.

MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; SOUZA, A. F. de; JUNIOR, W. C. de J. Função de crescimento vegetativo de mudas de cafeeiro conilon a níveis de Ciproconazol+Tiametoxam e nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 35, n. 1, p. 173-183, 2012.

MERA, A. C. **Crescimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro submetido a regimes hídricos pós-colheita e adubação fosfatada**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2009.

MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. de A.; GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.10, p. 1131-1137, 2003.

NASCIMENTO, L. M. **Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros orgânico e adensado**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2008.

NASCIMENTO, L. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, C. L. Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) orgânicos e adensados. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 107-112, 2010.

NAZARENO, R. B.; OLIVEIRA, C. A. S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, J. C. P.; GUERRA, A. F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 903-910, 2003.

NETO, F. L. M.; MATSUMOTO, S. N. Qualidade do solo e nutrição de plantas em sistemas de produção de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 206-213, 2010.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaia considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, 2010.

ONZI, A. C. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura em cafeeiro adensado sob Irrigação por gotejamento**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - (OIC). Café: produção global de café deve crescer 6,9% em 2012/2013. Disponível em: <[www.noticiasagricolas.com.br](http://www.noticiasagricolas.com.br)>. Acesso em: 10 mai. 2013.



RAKOCEVIC, M.; ANDROCIOLI FILHO, A. Características morfofisiológicas de *Coffea arabica* L. em diferentes arranjos: lições de abordagens de plantas virtuais tridimensionais. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 154-166, 2011.

REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. de; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. c., Topázio MG-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n. 2, p. 103-110, 2006.

REZENDE, F. C.; ARANTES, K. R.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. Cafeeiro recepado e irrigado em diferentes épocas: produtividade e qualidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 229-236, 2010.

RICCI, M. S.; FERNANDES, M. C. A.; CASTRO, C. M. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 101 p.

RICCI, M. S.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

SANTANA, M. S.; OLIVEIRA, C. A. da S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado Influenciado por níveis de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 644-653, 2004.

SASAKI, T.; IMANISHI, J.; IOKI, K.; MORIMOTO, Y.; KITADA, K. Estimation of leaf area index and canopy openness in broadleaved forest using an airborne laser scanner in comparison with high-resolution near-infrared digital photography. **Landscape and Ecological Engineering**, Tokyo, v. 4, p. 47-55, 2008.

**SAS Statistical Analysis System: user's guide**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2004, 836 p. (Version 9.1).

SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P. Características produtivas do cafeeiro arábica irrigado por pivô central na região de Lavras/MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 128-136, 2011.

SILVA, A. M. da; COELHO, G.; SILVA, R. A. da. Épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro, em quatro safras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 314-319, 2005.

SILVA, C. A.; SILVA, A. M. da; COELHO, G.; REZENDE, F. C.; SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 21-25, 2008.

SILVA, C. A.; THEODORO, R. E. F.; MELO, B.; SILVA, C. J.; RUFINO, M. A. Crescimento vegetativo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob níveis de irrigação em região de Cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília: Embrapa-café, 2007, 4 p.

SILVA, E. A. da; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. de M. Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 493-501, 2009.

SILVA, J. L. **Manejo da irrigação por gotejamento durante o terceiro ano do Cultivo de cafeeiro adensado**. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; RODRIQUES, W. N.; MARTINS, L. D. Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 746-759, 2011.

## CAPÍTULO 2

### UNIFORMIDADE DA FLORAÇÃO DE CAFEIROS ORGÂNICOS APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

CARLOS ROBERTO SPEHAR<sup>3</sup>

DELVIO SANDRI<sup>4</sup>

Este trabalho será enviado à **Revista Coffee Science** da Universidade Federal de Lavras para publicação.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

# UNIFORMIDADE DA FLORAÇÃO DE CAFEEIROS ORGÂNICOS APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

L. M. NASCIMENTO<sup>2</sup>; C. R. SPEHAR<sup>3</sup>; D. SANDRI<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito de regimes hídricos em irrigação por gotejamento superficial sobre a uniformidade da floração do cafeeiro orgânico em plantio adensado (7.142 plantas ha<sup>-1</sup>), cv. IAPAR 59, após a poda de recepa. Os tratamentos foram: sem irrigação; irrigação durante todo o ano; paralisação 30 dias antes da colheita; paralisação na época da colheita; e paralisação na colheita associada à condução da poda. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso para o fator regime hídrico na parcela e a posição da planta em relação ao sol (leste e oeste) em subparcela, com seis repetições. As variáveis dependentes abrangeram os números de ramos produtivos, nós produtivos, nós com botões florais, botões florais, flores, inflorescências, chumbinhos, chumbinhos por inflorescência e nós com frutos, avaliadas de março a dezembro de 2012 através da contagem direta na planta. Sem irrigação apresentou um período principal de floração. Na média dos cinco regimes hídricos aplicados, houve maior produção na posição leste de nós com botões florais, botões florais, flores abertas, flores por inflorescência, chumbinhos por inflorescência e chumbinhos. O lado oeste apresentou maiores produções de nós produtivos e inflorescências. Ambas as posições apresentaram produções semelhantes de nós com frutos. Os tratamentos com déficits hídricos reduziram os eventos de floração, contrariamente, a irrigação o ano todo apresentou o maior período de floração, com diferentes intensidades de julho a outubro de 2012. Por outro lado, a irrigação feita até a colheita associada à condução da poda, com paralisações da irrigação por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, elevou a produção de ramos primários, nós produtivos, botões florais, nós com botões florais, flores abertas, inflorescência, chumbinhos e nós com frutos.

Palavras-Chave: flores, estresse hídrico, ramos primários, recepa do cafeeiro, temperatura.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

## **FLOWERING UNIFORMITY IN ORGANIC COFFEE TREE, AFTER PRUNING, EXPOSED TO DIFFERENT WATER REGIMES**

**ABSTRACT:** This study aimed at evaluating the effect of water regimes under drip irrigation on flowering uniformity of organic, high density (7,142 plants ha<sup>-1</sup>) coffee orchard, cv. IAPAR 59, after pruning. The treatments were follows: without irrigation; continuous irrigation; suspended irrigation 30 days before harvest; suspended irrigation at harvest; and suspended irrigation at harvest associated with stem conduction. Experimental design was a randomized blocs for the plot (water regime) and the geographic position (East-West) the subplot, with six repetitions. In the plots and subplots, evaluations were based on number of plagiotropic branches, productive nodes, flower bearing buds nodes, flower buds, flowers, inflorescences, intermediate grown fruits, intermediate grown fruits in each inflorescence, and fruit bearing nodes, evaluated from March to December 2012 by direct counting in the plant. Without irrigation showed a main flowering period. The average of the five water regimes applied was higher in East position of nodes with flower buds, flower buds, open flowers, flowers per inflorescence, intermediate grown fruits, intermediate grown fruits in each inflorescence. In West position productive nodes and inflorescences were higher than East. Both positions had similar productions of fruit bearing nodes. The treatments with water deficit reduced flowering events while, in contrast, continuous irrigation showed the largest flowering period, with different intensities from July to October. Moreover, suspended irrigation at harvest associated with stem conduction, with suspended irrigation for 70 days in 2011 and 57 days in 2012 increased the production of plagiotropic branches, productive nodes, flower buds, flowers, inflorescences, intermediate grown fruits, and fruit bearing nodes.

Key-words: flowers, water stress, primary ramos, recepa coffee, temperature.

## 1) INTRODUÇÃO

Historicamente, alguns países sobressaem no cultivo do café como Colômbia, Costa do Marfim, Etiópia, Guatemala, Índia, Indonésia, México, Uganda e Vietnã. No Brasil, os principais Estados produtores são São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Bahia e Rondônia (OLIVEIRA et al., 2012). A cafeicultura no Brasil gerou crescimento econômico de notória relevância ao longo dos anos e possibilitou ao país destacar-se como maior produtor de café do mundo (LOPES et al., 2012).

A importância da cafeicultura nacional também pode ser representada pela extensão da área cultivada e pela geração de emprego e renda. Neste sentido, a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013) estimou a produção nacional para 2013/2014 em 48,59 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, correspondente a 33,58% da produção mundial e com área total cultivada de 2,34 milhões de ha.

A cafeicultura vem se adaptando nos últimos anos para atender a demanda do mercado. Se por um lado grandes níveis de tecnologia têm sido exigidos pelo setor para o aumento da produtividade, redução de custos e restrição ao uso de agroquímicos, por outro lado, nunca se valorizou tanto a qualidade do café devido à expansão do consumo de cafés especiais (MENDONÇA et al., 2007).

Devido ao aumento da demanda mundial por alimentos mais saudáveis, o segmento de produtos orgânicos tem crescido cerca de 20% ao ano, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, sendo o que mais cresce no setor de alimentos (UNCTAD, 2003). Esse comportamento crescente da demanda por produtos orgânicos, dentre eles o café, representa uma alternativa de investimento e renda. Além disso, o mercado atual está preocupado com questões relativas à saúde e a sustentabilidade produtiva.

Podas são realizadas para eliminar partes do cafeeiro danificado por geadas ou para correção da arquitetura. Com o aumento dos plantios adensados as podas tornaram-se indispensáveis aos cafezais. Segundo Alves (2008), a perda da saia em cafeeiros mal conduzidos e a recuperação da copa somente serão possíveis com a recepa, uma vez que ela permite a brotação de novos eixos ortotrópicos que darão origem a uma nova planta estruturada. O aparecimento de vários ramos ortotrópicos, logo abaixo do ponto de corte da poda, exige operação de desbrota, a fim de conduzir a planta com um ou dois caules.

O plantio adensado melhora o manejo da fertilidade do solo em lavouras de café arábica, cultura típica de regiões altas e de temperaturas amenas (GUARÇONI, 2011). A redução no espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio aumentam a

produtividade da lavoura cafeeira, e estas variáveis influenciam o crescimento e a arquitetura das plantas (PEREIRA et al., 2011).

Outro fator é o período de seca, este tem mostrado importante para a sincronização do ciclo biológico do cafeeiro. É durante esse período que ocorre a preparação ou maturação reprodutiva dos seus ramos, determinação do número potencial de nós, preparação dos ramos para a próxima safra, maturação dos frutos e formação das gemas florais. Por outro lado, é durante a estação chuvosa que as gemas florais se desenvolvem, as flores se abrem e os entrenós, folhas, gemas terminais e frutos crescem. A estação seca é também importante como condicionadora da fase de desenvolvimento dos frutos. Nas regiões onde o período sem ocorrência de chuva não é bem definido, as flores aparecem em ramos verdes, com frutos jovens e completamente desenvolvidos encontrados no mesmo ramo (DAMATTA et al., 2008).

Embora o uso da irrigação tenha viabilizado a cafeicultura em áreas consideradas marginais quanto à eficiência hídrica, pouco se sabe sobre sua aplicabilidade em sistemas adensados de cultivo. Considerando que o adensamento é uma tendência mundial, especialmente em áreas não mecanizáveis, fica nítida a necessidade de se agregar informações quanto ao uso da irrigação. Nesse tipo de sistema, visando atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, é necessário aplicá-la em quantidade correta para que não se comprometa a produção e o desenvolvimento das plantas (SILVA; TEODORO; MELO, 2008). Por outro lado, o período prolongado de seca afeta o cafeeiro, reduzindo sua produção. Entretanto, adoção de práticas que mantenham a umidade do solo, como por exemplo, a manutenção de cobertura morta ou viva do solo, ou o uso da irrigação podem amenizar a deficiência hídrica, proporcionando incrementos à produção. Segundo Scalco et al. (2011), o uso da irrigação por gotejamento pode representar para o cafeicultor um aumento médio de produtividade de 44%.

O conhecimento de aspectos do florescimento, associado às condições hídricas do ambiente e da planta, pode contribuir para o desenvolvimento de técnicas de manejo da cafeicultura. O uso adequado e racional da água pode promover uniformidade da floração e, como consequência, uma maturação mais homogênea dos frutos, minimizando os custos de produção e agregando maior valor à qualidade da bebida (NASCIMENTO et al., 2008). Os sinais que regulam a indução e a diferenciação das gemas florais em cafeeiro ainda não são totalmente conhecidos, mas são promovidos por fatores bioquímicos e fisiológicos, relacionados com fotoperíodo, intensidade de luz, água, temperatura e relação C/N (VOLTAN et al., 2011).

O processo do florescimento envolve tanto fatores internos da planta como fatores externos. Entretanto, são escassas as informações sobre como influenciam na formação das gemas florais. Pouco se sabe sobre a indução e o processo de desenvolvimento de gemas reprodutivas em *Coffea arabica*. A maioria das informações disponíveis abrange as fases mais avançadas de desenvolvimento das gemas florais (MAJEROWICZ e SONDAHL, 2005). Nesse contexto, Guerra et al. (2007) propõem a suspensão da irrigação por cerca de 70 dias, de 24 de junho a 4 de setembro, para as regiões com período seco bem definido, visando submeter o cafeeiro a um estresse hídrico moderado e possibilitar a ocorrência da sincronização do desenvolvimento das gemas reprodutivas, uniformidade de florada e maturação de frutos. E ainda, recomenda o ajuste da oferta de nutrientes no momento certo e em quantidades adequadas para assegurar o enchimento dos grãos, o crescimento de novos ramos e nós para a próxima safra.

Observou-se que o período de suspensão da irrigação por 70 ou 109 dias após a colheita e anterior ao florescimento proporcionou maior uniformidade de maturação dos frutos. E ainda, com o crescente avanço da cafeicultura no Cerrado, devido as suas restrições hídricas e a baixa fertilidade natural dos solos torna-se necessária a aplicação de técnicas adequadas de irrigação e adubação (MERA, 2009). Contudo, em lavoura cafeeira recepada na região de Lavras/MG, cv. Acaia Cerrado MG-1474, sob diferentes períodos de irrigação por gotejamento, não foi observado efeito significativo dos tratamentos irrigados sobre o total de flores, ganho em ramificações e o percentual de pegamento de frutos (CUSTÓDIO et al., 2012).

Apesar da existência de alguns trabalhos sobre a uniformidade da floração de cafeeiros submetidos a estresses hídricos (CUSTÓDIO et al., 2012; GRENHO, 2007; GUERRA et al., 2007; MERA, 2009; NASCIMENTO et al., 2010; REZENDE; FARIA; MIRANDA, 2009), faz-se necessário a realização de pesquisa com aplicação de estresse hídrico visando floração e maturação uniforme de frutos. Há necessidade de aprofundar os estudos sobre o manejo e época de irrigação que venha a proporcionar a concentração da florada e uniformizar a maturação dos grãos de café (REZENDE; FARIA; MIRANDA, 2009). Ademais, há carência de informações a respeito de diversas características agrônômicas de lavouras cafeeiras submetidas ao manejo orgânico (MALTA et al., 2008).

Ante ao exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes regimes hídricos sobre a uniformidade da floração do cafeeiro orgânico e adensado, recuperado após a poda de recepa.



## 2) MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, Distrito Federal, com coordenadas geográficas de 15° 56' de latitude Sul e 47° 56' de longitude Oeste e está a 1080 m de altitude. Segundo Santana et al. (2004), o solo da área experimental é Latossolo Vermelho-amarelo (LVA), textura argilosa, fase Cerrado, apresentando boa drenagem. De acordo com Köppen & Geiger (1936), o clima é do tipo Aw tropical chuvoso e de inverno seco.

Avaliou-se a cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 (*Coffea arabica* L.), em sistema adensado e irrigado por gotejamento superficial. O transplântio das mudas de café ocorreu em abril de 2002, em sistema convencional, porém, a área de aproximadamente 1,0 ha foi convertida para o cultivo orgânico a partir de 2006. O espaçamento entre plantas foi de 2,0 m x 0,5 m, linhas duplas espaçadas de 3,6 m, parcelas de 12,5 m de comprimento, sendo a área útil formada por cinco plantas centrais, totalizando 7.142 plantas ha<sup>-1</sup>. Neste sistema de cultivo, foram seguidas as recomendações técnicas sobre o cultivo orgânico do café sugeridas por Ricci et al. (2002). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso para o fator regime hídrico na parcela, com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas na área experimental. O controle das plantas invasoras na linha de plantio foi realizado por meio de capina manual e nas entrelinhas utilizou-se roçadeira motorizada.

Os tratamentos foram: Sem irrigação (testemunha) (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa associada à paralisação da irrigação na colheita (RH5). A irrigação foi realizada quando a tensão de água no solo atingia 40 kPa medida com sensor "Irrigas". A paralisação da irrigação com 30 dias antes da colheita ocorreu em 24/05/2011 e 24/05/2012 e as colheitas ocorreram em 24/06/2011 e 24/06/2012. A tensão de água no solo de 40 kPa foi definida visando limitar a variação da tensão hídrica no solo, e proporcionar maior superfície de contato das raízes do cafeeiro recepado com a solução do solo, melhorando a absorção de água e nutrientes.

A poda de recepa foi realizada em outubro de 2009, consistindo no corte da planta a uma altura de 0,40 m em relação ao nível do solo e as conduções da poda de recepa nos períodos: 21/12/2009 a 04/01/2010 e 22/12/2010 a 31/12/2010, mantendo-se uma haste principal, e removendo-se os demais ramos ortotrópicos com o auxílio de alicate de poda.

Utilizou-se irrigação por gotejamento superficial, constituída por linhas principal e secundária em Cloreto de Polivinil (PVC) e tubo gotejador em polietileno de baixa densidade, 16 mm de diâmetro, com emissores espaçados de 0,30 m, vazão nominal de 1,2 L h<sup>-1</sup> e

pressão de serviço de 100 kPa, com uma linha lateral por fileira de plantas, formando uma faixa molhada contínua com largura média de 0,60 m. As lâminas de irrigação foram estimadas por meio da relação entre o volume de água em litros aplicada por planta e área (em m<sup>2</sup>) de abrangência do bulbo molhado formado pelo gotejador (SILVA, 2005). A partir do segundo ano após a poda de recepa do cafeeiro considerou-se a evapotranspiração real da cultura (ET<sub>rc</sub>) de 4 mm dia<sup>-1</sup>. Assim, com a eficiência de aplicação de (EA) 90%, vazão do gotejador, área média de abrangência no solo umedecido obteve-se a intensidade de aplicação (I<sub>a</sub>) em mm h<sup>-1</sup>. No manejo da irrigação foi considerado turno de rega variável, com reposição da lâmina de 13,33 mm em 2011, 2012 e 2013 sempre que a maioria dos sensores “Irrigas” indicava a tensão de 40 kPa (NASCIMENTO, 2008; ONZI, 2005).

Foram instaladas seis baterias de sensores “Irrigas” nos tratamentos irrigados, com um sensor a 0,20 m de profundidade e outro a 0,50 m de profundidade e a 0,20 m de distância do caule do cafeeiro. Para os tratamentos não irrigados, onde a tensão de água no solo podia atingir 1500 kPa no período de inverno e o uso de tensiômetro não é indicado, a umidade do solo foi monitorada pelo método gravimétrico, em amostras removidas na profundidade de 0,00 a 0,20 m. Os dados de temperaturas máxima, média e mínima, precipitação total e evaporação do tanque “Classe A” foram obtidos na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa localizada a 1000 m da área experimental.

Para análise de fertilidade foram coletadas 20 amostras de solo na área experimental em abril de 2010 nas profundidades de 0,00 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,30 m e enviadas ao laboratório. Posteriormente, foram realizadas adubações de cobertura na proporção de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N (torta de mamona, 5% de N, 2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1% de K<sub>2</sub>O); 250 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (termofosfato magnésiano yoorin master 1, 16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1% de B, 0,05% de Cu, 0,55% de Zn, 0,15% de Mn); 355 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (sulfato de potássio, 48% de K<sub>2</sub>O, 18% de S); 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro (ácido bórico, 17% de B) e 49 kg ha<sup>-1</sup> de zinco (sulfato de zinco, 20% de Zn). Na data de 04/03/2010, referente ao primeiro ano após a poda de recepa, realizou-se adubação de cobertura, correspondente a 25% das doses mencionadas. Para o segundo ano após a recepa, a adubação de cobertura foi dividida em quatro aplicações com intervalos de 45 dias, de outubro de 2011 a abril de 2012, correspondente a 100% das doses mencionadas (MAPA, 1999).

Durante o experimento, realizou-se o controle da *Cercospora coffeicola* com calda bordalesa na proporção de 450 L ha<sup>-1</sup> pulverizando-se em 18/08/2010 e 21/12/2010, e em 13/11/2012 foi utilizada a calda de viçosa na mesma proporção. No controle de ácaro (*Oligonychus ilicis*), cochonilha (*Maconellicoccus hirsutus*), broca-do-café (*Hypothenemus*

*hampei*) e bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) foram realizadas duas pulverizações com óleo de neem (*Azadirachta indica*), na proporção de 125 mL para 100 L de água nas datas de 14/05/2012 e 11/09/2012 (RICCI et al., 2002).

No período de março a dezembro de 2012, em cinco plantas centrais por parcela e em dois ramos plagiotrópicos das posições nascente (leste) e poente (oeste), localizados no terço médio do cafeeiro foram quantificados os nós produtivos, nós com botões florais, botões florais, flores, inflorescências, flores por inflorescência, chumbinho por inflorescência, chumbinhos e nós com frutos. Além disso, foi avaliado em cinco plantas centrais da parcela, o número de ramos plagiotrópicos produtivos.

Período de avaliação dos parâmetros de floração para o ano de 2012: Os números de nós produtivos foram avaliados em abril, ramos produtivos em junho, botões florais e nós com botões florais em julho. O número de flores abertas para os regimes hídricos RH3, RH4 e RH5 foi quantificado no período de 31/08 a 06/09, para RH2, em 14/09 e para RH1, em 17/10. O número de inflorescências e flores por inflorescência para os regimes hídricos RH3, RH4 e RH5 foi quantificado no período de 31/08 a 01/09, para RH2, em 14/09 e para RH1, em 17/10. O número de chumbinhos e chumbinhos por inflorescência foi quantificado nos meses de outubro e novembro. O número de nós com frutos foi quantificado nos meses de novembro e dezembro.

O reinício da irrigação para cada ano foi condicionado a um período de suspensão da irrigação variando de 57 a 100 dias e ao comportamento da temperatura média entre 18 °C e 23 °C. Assim, o retorno da irrigação para o ano de 2011 ocorreu no dia 02/09/2011 para os tratamentos RH3, RH4 e RH5, com paralisações das irrigações por 100, 70 e 70 dias, respectivamente. Para o ano de 2012, o retorno da irrigação ocorreu no dia 20/08/2012 para os tratamentos RH3, RH4 e RH5, com suspensões das irrigações por 88, 57 e 57 dias, respectivamente.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) é uma medida de avaliação linear entre variáveis, variando de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma relação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. Uma correlação de valor zero revela que não existe relação linear entre as variáveis (FILHO; JUNIOR, 2009). Pode-se adotar a seguinte interpretação: correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ) (DANCEY; REIDY, 2006).

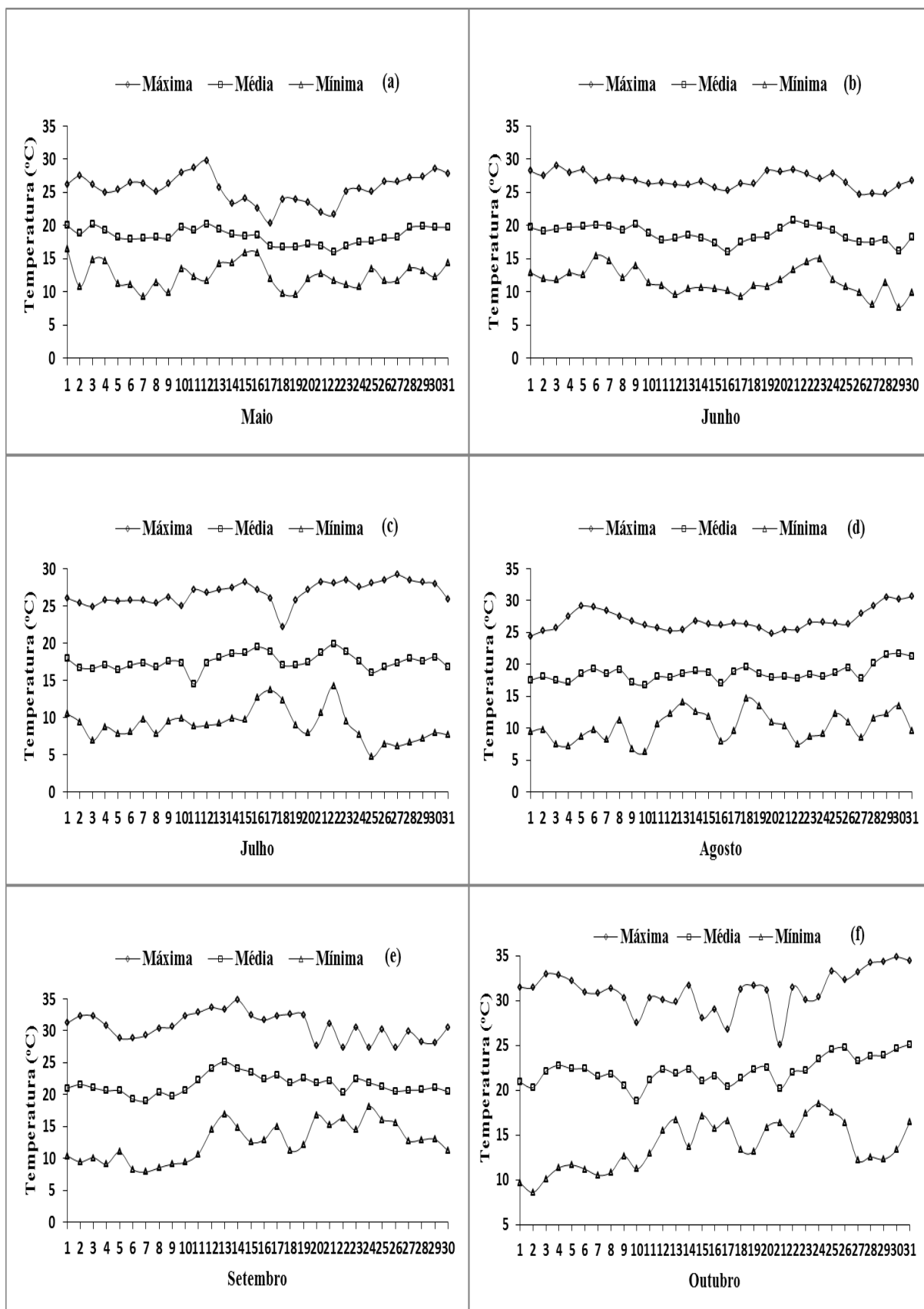
Os dados foram submetidos à análise de variância, enquanto as médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o SAS Institute (SAS, 2004). Incluiu-se a análise de correlação de Pearson “r” ( $P < 0,01$ ), correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ).

### **3) RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em 2012, as maiores amplitudes térmicas foram observadas nos meses de julho, agosto, setembro e outubro com temperaturas máximas e mínimas mensais de 29,2 °C, 30,6 °C, 34,8 °C e 34,9 °C; e de 4,7 °C, 6,3 °C, 7,9 °C e 8,6 °C, respectivamente, podendo ter exercido influência inibitória no desenvolvimento dos botões florais (Figura 1c, 1d, 1e, 1f). De acordo com estes dados, observou-se que a menor temperatura foi de 4,7 °C ocorrida em 25/07/2012 e a maior temperatura foi de 34,9 °C ocorrida em 30/10/2012. Segundo Alves (2008), a presença de dias bem quentes e noites muito frias, elevando à amplitude térmica entre 15 °C e 20 °C, são importantes fatores de inibição do desenvolvimento das peças vegetativas nos botões florais. Uma amplitude térmica desejável situa-se em torno de 11 °C, com temperaturas de 29 °C diurna e 18 °C noturna.

A elevação da temperatura a partir dos meses de setembro e outubro para os anos de 2011 e 2012 pode ter contribuído para o menor crescimento vegetativo do cafeeiro observado nos tratamentos sem irrigação. Os extremos de temperatura do ar influenciam o crescimento, os processos fisiológicos e a produtividade do cafeeiro. Além disso, o desenvolvimento de várias fases biológicas, em condições de altas temperaturas, são reduzidos e até paralisados totalmente. Para Cunha e Volpe (2011), as temperaturas mínimas e máximas do ar, que são efeitos da radiação solar, mostraram interferir na produtividade do cafeeiro durante os estádios fenológicos críticos. Amaral et al. (2007) afirmaram que temperaturas acima de 32 °C estiveram correlacionadas com quedas acentuadas nas intensidades de crescimento ativo do cafeeiro. E segundo Freitas et al. (2003), temperaturas acima de 35 °C começam a provocar redução na fotossíntese das plantas de café.

A tendência de elevação da temperatura a partir de agosto pode ter contribuído para estimular a floração, pois este período coincidiu com o início da floração da cultivar IAPAR 59 nos tratamentos em que foram aplicados os estresses hídricos, indicando que pode haver interação entre a disponibilidade de água no solo e temperatura como fatores indutivos da floração. Desse modo, alguns relatos mostraram existir uma influência maior dos fatores climáticos como umidade relativa, temperatura do ar e precipitação, do que a irrigação em si, sobre a emissão de flores pelos cafeeiros (CUSTÓDIO et al., 2012).



**Figura 1.** Temperatura diária do ar, máxima, média e mínima para o período de maio a outubro de 2012 observadas na Estação Agrometeorológica da Fazenda Água Limpa.

**Ramos plagiotrópicos produtivos:** Esta variável foi influenciada significativamente pelos regimes hídricos aplicados, e foi aferida com o objetivo de conhecer o potencial floral da planta do cafeeiro (Tabela 1). Paralisação da irrigação na colheita e paralisação da irrigação na colheita com poda não diferiram entre si e apresentaram as maiores médias, situação oposta ocorreu na ausência de irrigação (testemunha). Estes resultados evidenciam a influência do menor período de suspensão da irrigação sobre o crescimento dos ramos primários, contribuindo para aumentar o potencial floral do cafeeiro. Resultados semelhantes foram obtidos por Santana et al. (2004) com o número de ramos plagiotrópicos da cultivar IAPAR 59 para os tratamentos irrigados. Ainda, segundo Costa et al. (2010), a irrigação por gotejamento proporcionou incrementos significativos nos ramos plagiotrópicos totais da cultivar Obatã.

**Nós produtivos:** Na posição leste, paralisação da irrigação na colheita apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos, situação oposta ocorreu para o tratamento não irrigado (Tabela 1). Na posição oeste, paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos. Entre as posições, a maior média ocorreu na posição voltada para o leste com paralisação da irrigação na colheita, evidenciando a contribuição da suspensão da irrigação por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012 para o aumento na produção de nós. Resultados semelhantes foram obtidos por Mera (2009), onde a cultivar Rubi MG-1192 apresentou maior número de novos nós com a suspensão da irrigação por 109 dias. Segundo Carvalho et al. (2006), o aumento no número de ramos produtivos da cultivar Rubi MG-1192, mesmo com irrigações menos frequentes, pode influenciar indiretamente a produção.

Não houve diferenças significativas na posição dos ramos para a irrigação feita todo o ano. Neste caso, parece que a disponibilidade ininterrupta de água no solo reduziu o efeito do maior tempo de exposição da planta à radiação solar na posição oeste. Na média, houve maior produção de nós nesta posição, sendo mais influenciada pelos tratamentos irrigados. O manejo adequado da lavoura cafeeira promove aumento da produtividade, além de influenciar na qualidade da bebida e diminuir os riscos de perda na produção (MARTINS et al., 2007). Dentre as práticas de manejo, ressaltaram-se efeitos positivos dos déficits hídricos sobre as fases fenológicas do cafeeiro (CUSTÓDIO et al., 2012; GRENHO, 2007; GUERRA et al., 2007; MERA, 2009).

**Tabela 1.** Médias de número de ramos plagiotrópicos e do número nós produtivos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Ramos	Nó produtivo				
	primário	Leste	Oeste	Média	DMS	CV (%)
RH1	24,93 c	25,71 Ac	24,17 Bd	24,94	1,07	11,71
RH2	37,43 b	27,12 Ab	27,05 Abc	27,08	0,92	9,32
RH3	39,37 b	23,22 Bd	28,25 Ab	25,73	0,76	8,13
RH4	44,40 a	32,54 Aa	26,59 Bc	29,57	1,02	9,50
RH5	45,10 a	24,44 Bcd	31,83 Aa	28,13	1,04	10,18
Média	38,25	26,60 B	27,58 A		0,41	9,42
CV(%)	9,58	9,52	10,06			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Nós com botões florais:** O tratamento sem irrigação apresentou a maior média nos nós voltados para o leste, diferindo dos demais tratamentos, irrigação durante todo o ano e sua paralisação 30 dias antes da colheita apresentaram as menores médias não diferindo entre si (Tabela 2). Nos nós voltados para o oeste, paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos, o oposto ocorrendo com a irrigação feita durante todo o ano.

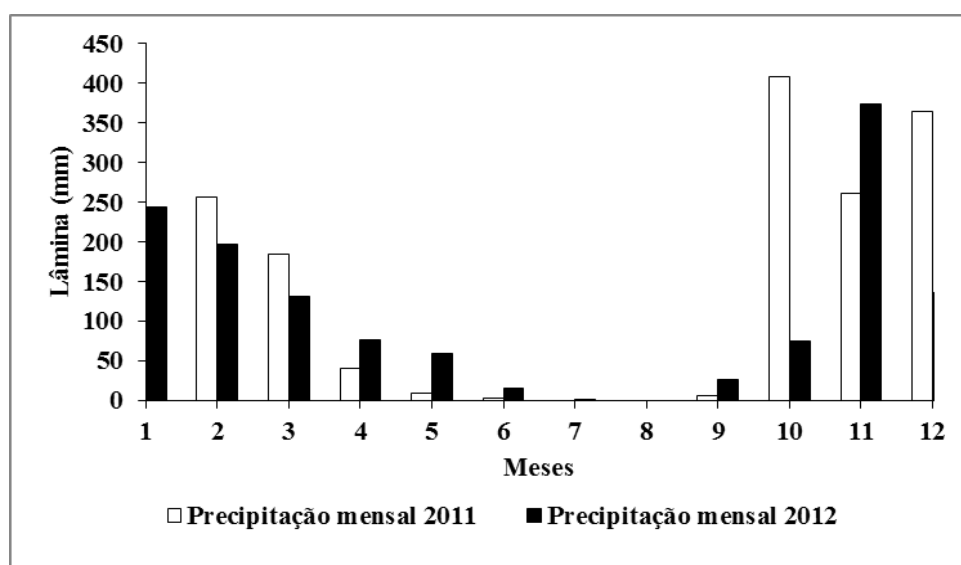
A maior produção de nós com botões florais ocorreu no leste para o tratamento sem irrigação. Este resultado pode estar relacionado com as precipitações totais ocorridas no final do período chuvoso, meses de abril, maio e junho de 2012, de 76,4 mm, 59,4 mm e 16,2 mm, respectivamente, (Figura 2), e com temperaturas amenas (Figura 1a, 1b, 1c). Outro fator que pode estar envolvido neste resultado é o menor tempo de exposição da planta à radiação solar na posição leste. Com isso reduz-se a resistência difusiva estomática estimulando a troca gasosa entre a folha e o meio, condição favorável para a formação de nós, gemas e botões florais. Para Voltan, Fahl e Carelli (2011), a radiação solar possui um efeito maior nas fases iniciais do desenvolvimento floral. Amaral et al. (2006) verificaram que a resistência difusiva estomática foi menor pela manhã que à tarde, assumindo valores relativamente elevados à tarde, de meados de março ao início de maio, coincidindo com quedas drásticas no crescimento de ramos e na expansão foliar.

**Tabela 2.** Médias do número de nós com botões florais do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	21,30 Aa	16,03 Bc	18,67	0,74	10,88
RH2	16,34 Acd	13,18 Bd	14,76	0,54	10,11
RH3	15,47 Bd	16,97 Ab	16,22	0,64	10,86
RH4	19,68 Ab	15,47 Bc	17,58	0,60	9,35
RH5	16,83 Bc	20,15 Aa	18,49	0,62	9,26
Média	17,92 A	16,36 B		0,28	10,21
CV (%)	10,34	9,86			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

Além disso, na primeira avaliação da safra colhida em junho de 2011, o tratamento sem irrigação apresentou as menores produtividades em relação aos demais regimes hídricos. Desse modo, houve menor esgotamento das plantas nas parcelas sem irrigação, e conseqüentemente, maiores reservas de carboidratos fizeram-se presentes nestas plantas, possibilitando elevar a formação de nós com botões florais para o ano de 2012.



**Figura 2.** Valores mensais de precipitação para os anos de 2011 e 2012 obtidos na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa (FAL/UnB – Brasília/DF).



**Botões florais:** Em ramos voltados para o leste, a paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda apresentaram as maiores médias e não diferiram entre si, sem irrigação apresentou a menor média (Tabela 3). Nos ramos voltados para o oeste, paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos, o oposto ocorreu na ausência de irrigação. Não houve diferença significativa entre as posições para paralisação da irrigação na colheita com poda. Na média, houve maior produção de botões florais na posição leste. Este resultado pode estar relacionado com o maior período de sombreamento ocorrido nesta posição, elevando a radiação solar difusa e a taxa de fotossíntese. Segundo Boulay et al. (2000), o sombreamento propicia uma melhor condição climática ao cafeeiro, protege-o do estresse provocado por elevadas temperaturas e perda de umidade do solo, reduz a evapotranspiração, prevenindo-o de um maior desfolhamento durante a estação seca.

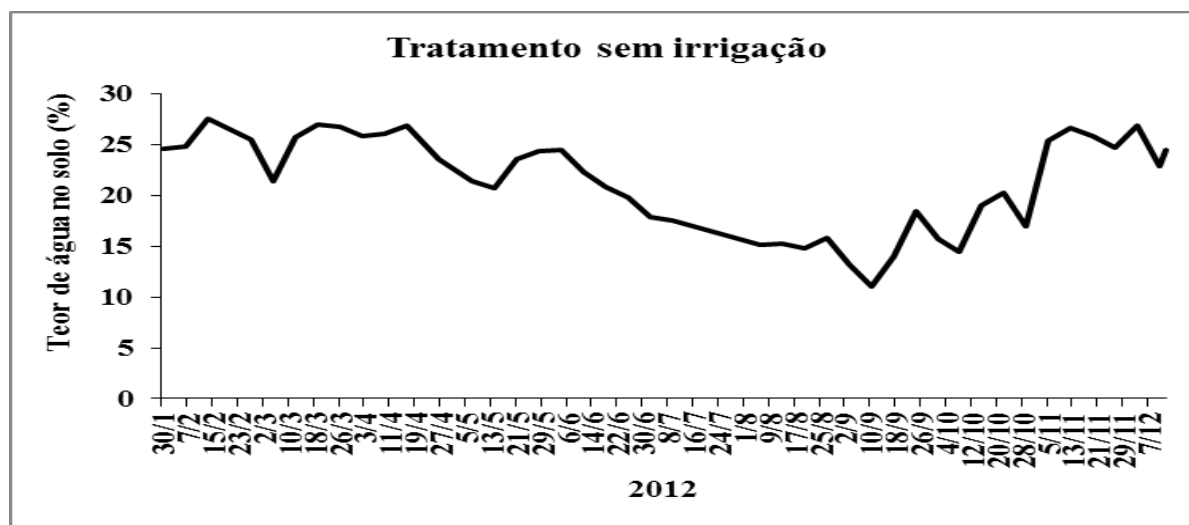
**Tabela 3.** Médias do número de botões florais do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	51,03 Ad	40,36 Bd	45,69	1,92	11,53
RH2	74,27 Ab	57,48 Bc	65,88	2,86	11,86
RH3	63,73 Bc	75,34 Ab	69,53	2,50	9,85
RH4	81,81 Aa	59,24 Bc	70,52	2,40	9,33
RH5	84,03 Aa	81,71 Aa	82,87	2,75	9,15
Média	70,98 A	62,82 B		1,08	9,99
CV (%)	11,26	8,81			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

O menor período de estresse hídrico proporcionou aumento na quantidade de botões florais. Por outro lado, a testemunha apresentou a menor média, indicando perda de botões florais durante seu desenvolvimento. A menor conversão de botões florais nas parcelas não irrigadas pode estar relacionada com ausência de chuva e baixos teores de água no solo no período de inverno (Figuras 2 e 3), respectivamente. Além disso, outros fatores climáticos, como temperatura e déficit de pressão de vapor podem estar atuando sobre o desenvolvimento

do botão floral. Assim, Damatta e Ramalho (2006) relataram que a temperatura média anual ideal para o desenvolvimento do cafeeiro situa-se entre 18 °C e 21 °C.



**Figura 3.** Teor de água no solo (%) em 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.

O acompanhamento da floração da cultivar IAPAR 59 foi realizado no período de julho a outubro de 2012, apresentando comportamentos distintos entre os regimes hídricos aplicados (Figura 4a, 4b, 4c, 4d, 4e).

No tratamento sem irrigação, de 06/08 a 15/08, o percentual de plantas com mais de 100 flores variou de 6,85% a 9,59%, e de 01/10 a 08/10, variou de 68,47% a 41,08%. A floração expressiva no início de outubro coincidiu com as temperaturas máxima e mínima variando de 27,49 °C a 32,95 °C e 8,59 °C a 12,64 °C, respectivamente, (Figura 1f), e com precipitação de 26,4 mm ocorrida na última semana de setembro após um período seco de 4 meses aproximadamente (Figura 2). Neste sentido, a floração principal do cafeeiro tem sido relacionada com a ocorrência das primeiras chuvas na primavera após um período seco, em que as plantas tenham sido submetidas a um déficit hídrico moderado. No final desse período e com presença de temperaturas amenas, os tecidos do botão floral recuperam sua condição túrgida, eleva o potencial hídrico das gemas florais maduras, crescem por cerca de 14 dias, ocorrendo a antese. Segundo Soares et al. (2005), a florada principal do cafeeiro ocorreu após um período de estresse hídrico, com queda de temperatura e suprimento de água via chuva ou irrigação. Para Nascimento et al. (2008), as alterações morfológicas da gema ocorrem após um período de déficit hídrico, seguido de precipitação e uma menor amplitude térmica.

No tratamento com irrigação durante todo o ano, em 07/07 o percentual de plantas com mais de 100 flores foi de 0,94%, de 30/07 a 06/08 variou de 7,54% a 5,66%, de 13/08 a

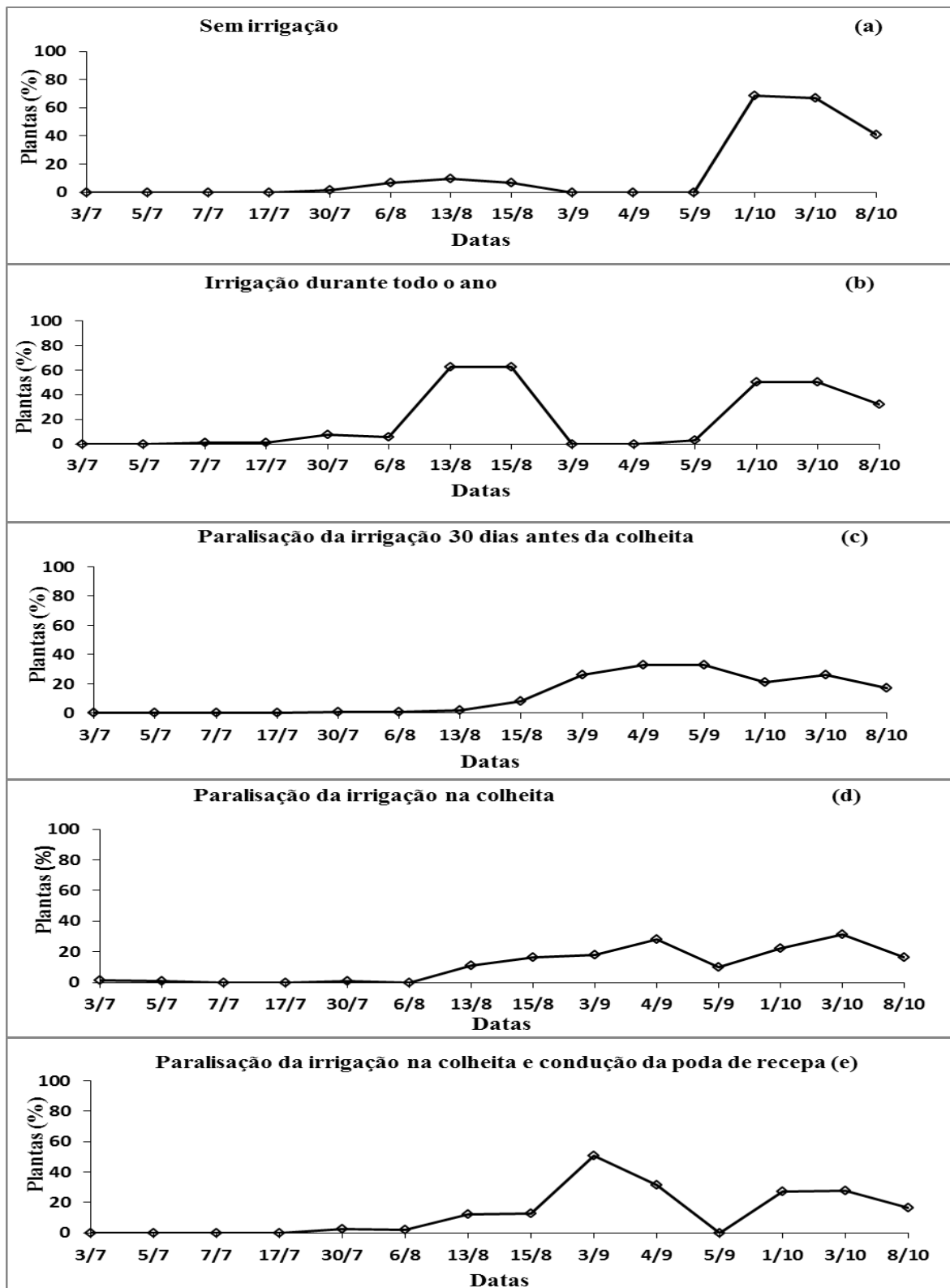
15/08 foi de 62,25%, em 05/09 foi de 2,83%, de 01/10 a 08/10 variou de 50% a 32,07%. Este regime hídrico apresentou vários eventos de floração em relação aos demais regimes hídricos, com diferentes intensidades de floração de julho a outubro de 2012, ocorrendo dois picos de floração, um em 15/08 e o outro em 01/10. Estes resultados confirmam a necessidade da aplicação do estresse hídrico visando uniformizar a floração do cafeeiro. Com esse entendimento, Silva et al. (2009) relataram que a sincronização do florescimento em cafeeiros tem sido associada com ciclos de déficits internos de água nas plantas, os quais quebrariam a dormência das gemas florais totalmente diferenciadas, levando ao florescimento após a aplicação da água por irrigação ou chuva.

Os resultados obtidos com a irrigação durante todo o ano mostraram a falta de uniformidade da floração da cultivar IAPAR 59, estendendo-se por um período aproximado de quatro meses. A ausência de déficit hídrico na fase de menor crescimento do cafeeiro parece interferir nas fases de iniciação ou indução floral e antese. Assim, este regime hídrico é desaconselhável para o cafeeiro, pois além de implicar em maiores custos de produção, reduz, também, a uniformidade da floração. Para Silva et al. (2008), não é tão simples comparar variáveis entre ensaios, pois podem depender de fatores que variam de ano para ano, a exemplo das condições climáticas. Segundo Mera (2009), cafeeiros irrigados o ano todo apresentaram maior desuniformidade de maturação de frutos. Nascimento (2008) relatou que a irrigação o ano todo provoca mais de uma floração, e este é um fator que pode ocasionar a desuniformidade de maturação, uma vez que frutos provenientes da última florada, se tardia, estarão verdes no momento da colheita.

Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita, na colheita e condução da poda apresentaram períodos semelhantes de floração, com duas florações principais ocorridas no início de setembro e início de outubro de 2012. Portanto, os tratamentos com estresses hídricos reduziram o número de eventos de floração em relação à irrigação o ano todo, apresentando maiores concentrações de florada.

O tratamento sem irrigação evidenciou o melhor resultado para a concentração da florada em relação aos demais regimes hídricos, apresentando uma floração principal com o maior percentual de plantas floridas na parcela no início do mês de outubro de 2012. Por outro lado, Rezende et al. (2009) observaram que a cultivar Topázio MG-1190, após a recepa na região de Lavras/MG, apresentou tendência em obter maior número de flores e produtividade nos tratamentos com suspensão da irrigação em junho e julho, promovendo economia de água e energia. E para Silva et al. (2009), a suspensão da irrigação por 60 dias em julho e agosto,

foi mais efetiva para promover a sincronização das floradas do cafeeiro Obatã, aliando uniformidade com alta produção.



**Figura 4.** Percentual de cafeeiros com mais de 100 flores por planta, cultivar IAPAR 59, tratamentos irrigado e não irrigado, período de julho a outubro de 2012.

**Flores abertas:** Na posição leste, a paralisação da irrigação 30 dias antes colheita e na colheita apresentaram as maiores médias não diferindo entre si, irrigação todo o ano apresentou a menor média diferindo dos demais tratamentos (Tabela 4). Na posição oeste, paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos, o oposto ocorreu com a irrigação feita todo o ano. A maior média foi observada na paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita na posição leste, indicando efeito positivo do déficit hídrico sobre a abertura das flores. Na média, houve maior produção de flores abertas na posição leste. Estes resultados indicam que houve menor desenvolvimento de botões florais nas parcelas sem irrigação, e a ausência de uma floração principal bem definida na irrigação o ano todo reduziu a quantidade de flores abertas. Silva et al. (2009) verificaram maior número de floradas e baixa uniformidade de produção do cafeeiro irrigado durante todo o ano, confirmando a necessidade de um período de seca para sincronização do florescimento.

O maior sombreamento ocorrido na posição leste em função do deslocamento do sol, aliado ao auto sombreamento, pode ter aumentado a radiação solar difusa na face leste dos cafeeiros, elevando a taxa fotossintética e contribuindo para a maior formação de flores na posição leste. Desse modo, segundo Cunha e Volpe (2010), o movimento aparente do sol de leste a oeste pode provocar o sombreamento de um cafeeiro sobre o outro na linha. Este fato pode favorecer seu melhor desenvolvimento por ser considerada uma planta de sombra, pois neste caso provavelmente dispõe-se de mais radiação solar difusa entre os cafeeiros.

**Tabela 4.** Médias do número de flores abertas do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	72,76 Ac	66,39 Bd	69,58	3,37	13,20
RH2	66,40 Ad	47,52 Be	56,96	1,66	8,04
RH3	100,54 Aa	85,36 Bb	92,95	3,62	10,69
RH4	96,52 Aa	78,75 Bc	87,63	3,34	10,56
RH5	88,18 Bb	96,75 Aa	92,46	3,04	9,07
Média	84,88 A	74,95 B		1,32	10,22
CV (%)	10,44	10,77			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepção com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Inflorescências:** Os tratamentos com paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda apresentaram as maiores médias de inflorescências voltadas para o leste, não diferindo entre si, o oposto ocorreu com a irrigação feita todo o ano (Tabela 5). No oeste, paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais tratamentos, sem irrigação e irrigação feita todo o ano apresentaram as menores médias não diferindo entre si. Entre as posições, a maior média foi observada na paralisação da irrigação na colheita com poda na posição oeste.

A retirada dos ramos concorrentes pode ter reduzido a competição com os ramos produtivos por água e nutrientes, assim, houve maior disponibilidade de carboidratos para ser utilizados pelo cafeeiro para o crescimento vegetativo e reprodutivo. Desse modo, Fernandes et al. (2012) relataram que a desbrota é outro tipo de poda recomendada por consultores nas lavouras cafeeiras, trata-se da eliminação de ramos ortotrópicos extras, denominados ramos “ladroes”, evitando que estes utilizem parte das reservas energéticas da planta e prejudiquem o crescimento e a produção do cafeeiro. Além disso, observou-se a presença de temperaturas amenas na época floral para os tratamentos com estresses hídricos (Figura 1d, 1e). Logo, estes fatores aliados ao menor período de estresse hídrico parecem ter contribuído para a maior produção de inflorescências na posição oeste. Silva et al. (2009) observaram que a suspensão da irrigação por 60 dias, em julho e agosto, foi mais efetiva na sincronização das floradas do cafeeiro Obatã, aliando uniformidade com alta produção.

**Tabela 5.** Médias do número de inflorescências do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	8,75 Ab	8,76 Ad	8,75	0,37	11,51
RH2	8,07 Bc	8,50 Ad	8,28	0,36	11,95
RH3	9,25 Bb	10,78 Ac	10,02	0,46	12,69
RH4	11,75 Ba	12,86 Ab	12,30	0,32	7,08
RH5	11,64 Ba	15,80 Aa	13,72	0,35	6,94
Média	9,89 B	11,34 A		0,16	9,63
CV (%)	10,55	8,93			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Flores por inflorescência:** Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita apresentou a maior média na posição leste e diferiu dos demais regimes hídricos, o oposto ocorreu com a paralisação da irrigação na colheita com poda, não havendo diferença significativa entre sem irrigação, irrigação todo o ano e paralisação da irrigação na colheita (Tabela 6). Na posição oeste, sem irrigação e paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita se verificaram os maiores valores, não diferindo entre si, irrigação feita todo o ano apresentou a menor média. Entre as posições, a maior produção foi observada na paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita no leste.

O maior período de estresse hídrico associado ao menor tempo de exposição da planta à radiação solar contribuiu para aumentar a produção de flores por inflorescência. Por outro lado, independente da posição, a irrigação feita o ano todo reduziu a produção de flores por inflorescência. Este regime hídrico apresentou floração bastante diluída ao longo do ano de 2012, de 17/07 a 13/09 e de 05/09 a 08/10, contribuindo para reduzir o número de flores por inflorescências nas posições leste e oeste na época da avaliação (Figura 4b). Além disso, a sincronização do florescimento em cafeeiros tem sido associada com ciclos de déficits internos de água na planta, os quais quebrariam a dormência das gemas florais totalmente diferenciadas, levando ao florescimento após a irrigação ou chuva (SILVA et al., 2009).

**Tabela 6.** Médias do número de flores por inflorescência do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	8,34 Ab	7,64 Ba	7,99	0,41	13,91
RH2	8,33 Ab	5,63 Bc	6,98	0,34	13,34
RH3	10,99 Aa	7,96 Ba	9,48	0,35	10,15
RH4	8,21 Ab	6,12 Bb	7,16	0,29	11,04
RH5	7,58 Ac	6,13 Bb	6,86	0,23	9,28
Média	8,69 A	6,69 B		0,14	11,59
CV (%)	11,39	11,98			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepção com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

O menor tempo de irradiância solar no nascente pode ter contribuído para reduzir a resistência estomática, elevar a taxa fotossintética e a síntese de assimilados nesta posição. Este fato pode estar influenciando o desenvolvimento da planta nas fases vegetativa e reprodutiva, incrementando a formação de flores por inflorescência no nascente. Segundo Morais et al. (2008), a Cultivar IAPAR 59 apresentou as maiores taxas fotossintéticas em Londrina/PR pela manhã, entre 9:00 e 10:00h e 10:30 às 12:00h, com média geral em todos os tratamentos e todos os dias, de 3,2 e 2,6  $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , respectivamente. Marur e Faria (2006) também encontraram máximas taxas fotossintéticas nas primeiras horas da manhã em cafeeiros cultivados a pleno sol, com aumento da radiação no decorrer do dia houve redução da taxa fotossintética. Damatta (2004) afirmou que sob altas radiações e temperaturas, a fotossíntese diminui, sobretudo porque os estômatos se fecham para a planta não perder água.

**Chumbinhos por inflorescência:** O tratamento com paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita apresentou as maiores médias nas posições leste e oeste diferindo dos demais regimes hídricos, o oposto ocorreu na ausência de irrigação (Tabela 7). Não houve diferença significativa na posição leste, entre irrigação todo o ano, paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda. Entre as posições, a maior produção foi observada no leste com paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita. Para Voltan et al. (2011), a radiação solar tem efeito maior nas fases iniciais do desenvolvimento floral. Segundo Morais et al. (2009), a produtividade de uma cultura, além de sua expressão genética e outras condições como status nutricional, suprimento hídrico, sanidade, controle de ervas daninhas e características do solo, também é resultado da eficiência do aproveitamento da radiação fotossintética.

Ante estes resultados, a suspensão da irrigação por 100 dias em 2011 e por 88 dias em 2012, referente à paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita, resultou na maior produção de chumbinhos por inflorescência. Por outro lado, a ausência de irrigação não contribuiu para o crescimento adequado dos chumbinhos, com possíveis efeitos negativos na produtividade, por isso, é desaconselhável aos produtores da região de Cerrado o cultivo do cafeeiro em regime de sequeiro. Resultados diferentes foram obtidos por Custódio et al. (2012) para a cultivar Acaiá Cerrado MG-1474 irrigada em diferentes épocas do ano, onde os tratamentos irrigados não influenciaram a formação de flores e frutos, sendo observado o efeito da bienalidade na cultura.



**Tabela 7.** Médias do número de chumbinhos por inflorescência do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	8,00 Ac	7,06 Bcd	7,53	0,39	14,16
RH2	9,85 Ab	8,30 Bb	9,08	0,48	14,33
RH3	12,77 Aa	9,93 Ba	11,35	0,65	15,58
RH4	9,83 Ab	6,78 Bd	8,30	0,40	13,04
RH5	9,72 Ab	7,51 Bbc	8,62	0,35	11,00
Média	10,03 A	7,91 B		0,21	14,15
CV (%)	15,17	11,96			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Chumbinhos:** Os tratamentos com paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita, paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda apresentaram as maiores médias na posição voltada para o leste, não diferindo entre si, o oposto ocorreu com a testemunha (Tabela 8). Na posição oeste a paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior média diferindo dos demais regimes hídricos, sendo que o tratamento sem irrigação apresentou a menor média. Entre as posições, a maior produção foi observada na paralisação da irrigação na colheita com poda na posição oeste.

Visando aumento na produção de chumbinhos, a irrigação até a colheita com poda é a alternativa mais indicada, representando um estresse hídrico moderado no inverno. Neste período, o cafeeiro apresenta pequenas taxas de crescimento vegetativo e os botões florais estão quiescentes, apresentando pequena demanda nutricional. Com isso, esta ausência de água no solo por um limitado período é coerente com o comportamento fisiológico do cafeeiro. De forma semelhante, Damatta et al. (2007) relataram que no sudeste do Brasil, a fase ativa do crescimento vegetativo ocorre de setembro a março, período em que as temperaturas são relativamente altas e as chuvas abundantes, a fase quiescente acompanha o período seco e frio, de março a setembro.

**Tabela 8.** Médias do número de chumbinhos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	70,14 Ac	61,28 Be	65,71	3,13	12,97
RH2	77,81 Ab	69,88 Bd	73,85	2,69	9,98
RH3	115,61 Aa	106,24 Bb	110,92	3,68	9,09
RH4	114,29 Aa	86,83 Bc	100,56	3,45	9,40
RH5	113,41 Ba	119,00 Aa	116,20	4,26	10,05
Média	98,25 A	88,64 B		1,53	10,10
CV (%)	10,60	9,56			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

**Nós com frutos:** A paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou as maiores médias, independente da posição, diferindo dos demais regimes hídricos, o oposto ocorreu com a testemunha (Tabela 9). Entre as posições, a maior média foi observada na paralisação da irrigação na colheita com poda no leste. Tal comportamento pode estar relacionado ao menor tempo de incidência da radiação solar no nascente, à irrigação realizada até a colheita e a remoção dos ramos improdutivos. A união desses fatores pode ter provocado alterações na planta e no microclima, elevando a taxa fotossintética e a síntese de assimilados na posição leste, mais sombreada durante o dia, com isso, aumentando a produção de frutos. Resultados divergentes foram obtidos por Sany et al. (2009), onde as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste não influenciaram o número de frutos por roseta durante o desenvolvimento da cultivar Rubi MG-1192.

A translocação de fotoassimilados entre as posições nascente e poente em função da irradiância solar ainda não são bem conhecidas, bem como seus efeitos sobre a formação de frutos do cafeeiro. Por outro lado, segundo Morais et al. (2003), o sombreamento provoca alterações no microlima, e em razão da plasticidade do cafeeiro, pode afetar sua anatomia e influenciar no processo de indução, diferenciação floral e antese. Alves e Livramento (2004) afirmaram que uma variação ambiental que provoca alterações na morfologia externa da planta de café refere-se à localização das fileiras do café em relação a orientações dos pontos cardeais. As folhas situadas do lado da planta que fica mais exposto ao sol, à tarde,

apresentam crescimento reduzido e diferenças de produção e incidência de pragas e doenças entre os direcionamentos das linhas de café e dentro de um mesmo direcionamento, nas faces de cada lado da planta.

A suspensão da irrigação por 70 dias em 2011 e por 57 dias em 2012, referente à paralisação da irrigação na colheita com poda, resultou na maior produção de nós com frutos em ambas as posições. E ainda, a operação de poda realizada nas brotações ortotrópicas, denominados ramos “ladrões”, pode ter contribuído para elevar a produção de nós com frutos neste tratamento. Dentre os vários benefícios da poda para o cafeeiro pode-se citar a eliminação de ramos improdutivos e correção da parte aérea da planta. Com esse entendimento Arantes et al. (2009) afirmaram que as podas em cafeeiros sempre foram utilizadas pelos produtores para eliminar partes afetadas por danos físicos e para correção da arquitetura, prática indispensável em plantio adensado.

Além disso, a avaliação dos nós com frutos foi realizada nos meses de novembro e dezembro de 2012, assim sendo, é possível que alguns botões florais com desenvolvimento mais atrasados, na posição oeste no período de inverno, tenham retomado crescimento mais acelerado com o retorno das irrigações em 20/08/2012 e com temperatura mais elevada a partir de setembro de 2012 (Figura 1e), aproximando-se da quantidade de nós com frutos observada na posição leste, em face disso, na média das posições, não houve diferença significativa entre leste e oeste.

**Tabela 9.** Médias do número de nós com frutos do cafeeiro, cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22, em função de cinco regimes hídricos e duas posições em relação ao sol (Leste e Oeste).

Tratamento	Posição		Média	DMS	CV (%)
	Leste	Oeste			
RH1	8,76 Be	9,91 Ad	9,34	0,40	11,70
RH2	9,83 Bd	11,07 Ac	10,45	0,42	11,10
RH3	12,10 Ac	11,42 B c	11,76	0,52	12,28
RH4	13,76 Ab	12,95 Bb	13,35	0,45	9,15
RH5	15,89 Aa	14,91 Ba	15,41	0,54	9,64
Média	12,07 A	12,05 A		0,21	10,54
CV (%)	10,10	11,28			

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

Houve correlação fraca e positiva entre nós produtivos e botões florais ( $r = 0,36$ ), moderada e positiva entre nós produtivos e inflorescências ( $r = 0,40$ ), indicando que alguns nós ainda não tinham alcançado a maturação fisiológica, logo, sem condições de contribuir para o desenvolvimento de botões florais e inflorescências (Tabela 10). Houve correlação fraca e positiva entre nós produtivos e flores abertas ( $r = 0,16$ ), entre nós produtivos e chumbinhos ( $r = 0,26$ ), entre nós com botões florais e nós com frutos ( $r = 0,06$ ), revelando que uma parte dos nós presentes nos ramos laterais não geraram botões florais, flores, frutos e chumbinhos, podendo estar relacionado com nós presentes em ramos crescidos no mesmo ano de avaliação.

**Tabela 10.** Coeficientes de correlação de Pearson “r” ( $P < 0,01$ ), correlação fraca: ( $0,10 \leq r \leq 0,30$ ), correlação moderada: ( $0,40 \leq r \leq 0,60$ ), correlação forte: ( $0,70 \leq r \leq 1,0$ ) para botões florais (BF), chumbinhos (CH), chumbinhos por inflorescência (CH/I), inflorescência (I), flores abertas (FA), flores por inflorescência (F/I), nós com botões florais (NcBF), nós com frutos (NcF) e nós produtivos (NP), cv. IAPAR 59 progênie PR 75163-22.

Variáveis	Variáveis								
	BF	CH	CH/I	I	FA	F/I	NcBF	NcF	NP
BF	1,00	0,67	0,36	0,46	0,48	0,02	0,28	0,57	0,36
CH	-	1,00	0,26	0,56	0,73	0,20	0,20	0,70	0,26
CH/I	-	-	1,00	0,40	0,16	0,70	0,28	0,23	0,28
I	-	-	-	1,00	0,57	-0,43	0,30	0,64	0,40
FA	-	-	-	-	1,00	0,47	0,37	0,50	0,16
F/I	-	-	-	-	-	1,00	0,09	-0,17	-0,25
NcBF	-	-	-	-	-	-	1,00	0,06	0,28
NcF	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,23
NP	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00

Tratamentos: Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

Houve correlação forte e positiva entre flores abertas e chumbinhos ( $r = 0,73$ ), entre nós com frutos e chumbinhos ( $r = 0,70$ ), e entre flores por inflorescência e chumbinhos por inflorescência ( $r = 0,70$ ), demonstrando que houve adequado desenvolvimento das flores e inflorescências presentes nos nós, proporcionando aumentos significativos nas quantidades de chumbinhos e frutos. Assim, segundo Morais et al. (2008), o cafeeiro tem o crescimento

vegetativo e reprodutivo simultâneo, à medida que os ramos crescem as gemas se diferenciam, ocorrendo mais de uma florada e, conseqüentemente, frutos em diferentes estádios de desenvolvimento são encontrados no mesmo ramo e até no mesmo nó.

## **2) CONCLUSÕES**

No terceiro ano após a poda de recepa, os regimes hídricos avaliados influenciaram as diversas características de floração da cultivar IAPAR 59. Na média dos cinco regimes hídricos aplicados, há maior produção na posição leste de nós com botões florais, botões florais, flores abertas, flores por inflorescência, chumbinhos por inflorescência e chumbinhos. Enquanto que a posição oeste apresenta as maiores produções de nós produtivos e inflorescências. Por outro lado, ambas as posições apresentam produções semelhantes de nós com frutos, indicando que a radiação solar incidente no leste e oeste possui um efeito maior nas fases iniciais do desenvolvimento floral da cultivar IAPAR 59, *Coffea arabica* L.

O regime hídrico sem irrigação apresenta um período principal de floração, evidenciando maior concentração da floração em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos com paralisações da irrigação reduzem os eventos de floração, contrariamente, a irrigação o ano todo apresenta diferentes intensidades de floração de julho a outubro de 2012.

A irrigação feita até a colheita associada à condução da poda, com paralisações da irrigação por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, eleva a produção de ramos primários, nós produtivos, botões florais, nós com botões florais, flores abertas, inflorescência, chumbinhos e nós com frutos.

## **3) AGRADECIMENTOS**

Ao Consórcio Pesquisa Café/Embrapa/Café, à Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília – (FAL/UnB).

## **4) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 35-56.

ALVES, J. D. E.; LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Lavras: FAEPE/UFLA, 2004, 50 p.

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C.; AMARAL, J. F. T.; SARAIVA, S. H.; JÚNIOR, W. C. J. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1624-1629, 2007.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 313-319, 2009.

BOULAY, M.; SOMARRIBA, E.; OLIVIER, A. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. **Agroforesteria en las Américas**, v. 7, p. 40-42, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – (MAPA). **Instrução Normativa nº 007 de 17/05/99**. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais, Brasília, publicada no D.O.U. em 19/05/99.

CARVALHO, C. H. M.; COLOMBO, A.; SCALCO, M. S.; MORAIS, A. R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Safra 2013 segunda estimativa, maio/2013, Brasília: CONAB. 18 p.

COSTA, A. R. da; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. de; FRIZZONE, J. A.; JÚNIOR, C. H. Número de ramos plagiotrópicos e produtividade de duas cultivares de cafeeiro utilizando irrigação por gotejamento. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará v. 41, n. 4, p. 571-581, 2010.

CUNHA, A. R. da; VOLPE, C. A. Relações radiométricas no terço superior da copa de cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 263-271, 2010.

CUNHA, A. R. da; VOLPE, C. L. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro c. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 49-62, 2011.

CUSTÓDIO, A. A. de P.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. de; MORAIS, R. de; GUIMARÃES, R. J.; SCALCO, M. S. Florescimento da lavoura cafeeira sob diferentes manejos de irrigação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 20-30, 2012.

DAMATTA, F. M. Fisiologia do cafeeiro em sistemas arborizados. In: MATSUMOTO, S. N. (Org.). **Arborizações de cafezais no Brasil**. Salvador: UESB, 2004, p. 87-118.

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

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Aspectos fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 59-68.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 608 p.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; SANTINATO, R.; MICHELIN, V. Condução das podas do cafeeiro irrigado por gotejamento cultivado no Cerrado de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 487-494, 2012.

FILHO, D. B. F.; JÚNIOR, J. A. da S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Pernambuco, v. 18, n.1, p. 115-146, 2009.

FREITAS, R. B.; OLIVEIRA, L. E. M.; FILHO, N. D.; SOARES, A. M. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 804-810, 2003.

GRENHO, A. I. S. **Influência do estresse hídrico na qualidade e produtividade de cinco genótipos de café**. 2007. 30f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2007.

GUARÇONI, M. A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 949-958, 2011.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C.; SANZONOWICZ, C., FILHO, G. C. R., TOLEDO, P. M. R., RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **ABID. Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 52-61, 2007.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. **Das geographische system der klimete Handbuch der klimatologie**. Berlin: Borntraeger, 1936. 44 p.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; FERRAZ, J. M. G.; LOPES, I. M. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 25-38, 2012.

MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea Arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 247-254, 2005.

MALTA, M. R.; THEODORO, C. A.; CHAGAS, S. J. R.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob sistema orgânico no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, 2008, p. 1402/1407.

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, 2007.



MARUR, C. J.; FARIA, R. T. Photosynthesis of individual leaves in a coffee plant. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, p. 331-335, 2006.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G.; BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, 2007.

MERA, A. C. **Crescimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro submetido a regimes hídricos pós-colheita e adubação fosfatada**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2009.

MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. de A.; GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.10, p. 1131-1137, 2003.

MORAIS, H.; MARUR, J. C.; CARAMORI, P. H.; KOGUSHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. A. Desenvolvimento de gemas florais, florada, fotossíntese e produtividade de cafeeiros em condições de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 465-472, 2008.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUSHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. de. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 400-406, 2009.

NASCIMENTO, L. M. **Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros orgânico e adensado**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2008.

NASCIMENTO, L. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, C. L. Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) orgânicos e adensados. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 107-112, 2010.

NASCIMENTO, M. N.; ALVES, J. D.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; MAGALHÃES, M. M.; ALVARENGA, A. A.; SILVA, G. H. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiros associada a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1300-1307, 2008.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. de. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 5, n. 4, p. 18-32, 2012.

ONZI, A. C. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura em cafeeiro adensado sob Irrigação por gotejamento**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 152-160, 2011.

REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. de; MIRANDA, W. L. Efeitos do potencial de água da folha na indução da floração e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 126-135, 2009.

RICCI, M. S.; FERNANDES, M. C. A.; CASTRO, C. M. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 101 p.

SANDY, E. C.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, A. M. de; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, G. R.; MAGALHÃES, M. M. Produção de frutos de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em diferentes posições e orientações de ramos plagiotrópicos. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 35-40, 2009.

SANTANA, M. S.; OLIVEIRA, C. A. da S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado Influenciado por níveis de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 644-653, 2004.

**SAS Statistical Analysis System:** user's guide. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2004, 836 p. (Version 9.1).

SCALCO, M. S.; ALVARENGA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; ASSIS, G. A. Cultivo irrigado e não irrigado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em plantio adensado. **Coffee Science**, Lavas, v. 6, n. 3, p. 193-202, 2011.

SILVA, A. C da.; TEODORO, F. E. R.; MELO, de B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 387-394, 2008.

SILVA, C. A.; SILVA, A. M. da; COELHO, G.; REZENDE, F. C.; SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 21-25, 2008.

SILVA, E. A. da; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. de M. Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 493-501, 2009.

SILVA, J. L. **Manejo da irrigação por gotejamento durante o terceiro ano do Cultivo de cafeeiro adensado**. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2005.

UNCTAD. **Organic fruit and vegetables from the tropics:** Market, certification and production information for producers and international trading companies. Geneva: UNCTAD, 2003. 308 p.

VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Diferenciação de gemas florais em cultivares de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-43, 2011.

## CAPÍTULO 3

### PRODUTIVIDADE DE CAFEIEIRO ORGÂNICO NO CERRADO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

LUÍS MARQUES DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

CARLOS ROBERTO SPEHAR<sup>3</sup>

DELVIO SANDRI<sup>4</sup>

Parte dos dados deste trabalho foi enviada em 10/07/2013 à **Revista Coffee Science** da Universidade Federal de Lavras para publicação.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

# PRODUTIVIDADE DECAFEIEIRO ORGÂNICO NO CERRADO APÓS PODA DE RECEPA SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

L. M. NASCIMENTO<sup>2</sup>; C. R. SPEHAR<sup>3</sup>; D. SANDRI<sup>4</sup>

**RESUMO:** A poda é uma forma de renovação do cafeeiro com menor custo do que a sua remoção total e implantação de um novo plantio. Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes regimes hídricos e o efeito da paralisação da irrigação por gotejamento superficial sobre a produtividade do cafeeiro orgânico em plantio adensado (7.142 plantas ha<sup>-1</sup>), cv. IAPAR 59, após poda de recepa. Os regimes hídricos foram: sem irrigação (testemunha); irrigação durante todo o ano; paralisação 30 dias antes da colheita; paralisação na época da colheita; e paralisação na colheita associada à condução do caule. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, onde os tratamentos consistiram de cinco regimes hídricos, com seis repetições. A produção e a produtividade totais de café foram avaliadas em 2011, 2012 e 2013 onde subdividiu-se em frutos cereja, cereja mais verde, seco mais chocho, além da produção trienal e acumulada. Os tratamentos com paralisações programadas das irrigações apresentaram produção e produtividade superiores ao tratamento sem irrigação. A irrigação durante todo o ano reduziu a proporção de frutos secos e chochos, porém, aumentou a de frutos verdes. A irrigação até a colheita e a condução da poda de recepa aumentou a produção de frutos cereja e reduziu a de frutos secos e chochos em relação à massa total de frutos colhidos. A irrigação mantida até a colheita associada à condução da poda de recepa aumentou a produção e a produtividade trienal e acumulada.

Palavras-Chave: cafeeiro, irrigação, produção trienal, estresse hídrico, poda.

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados da Tese de Doutorado do primeiro autor realizada na Universidade de Brasília, com apoio da Fazenda Água Limpa FAL/UnB.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - lmarques@tst.gov.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - spehar@brturbo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto II da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/FAV - Universidade de Brasília/UnB - Cx. P. 04508 – 70.910-900 - Brasília – DF - sandri@unb.br

## **PRODUCTIVITY OF ORGANIC COFFEE IN THE BRAZILIAN SAVANNAH AFTER PRUNNING UNDER DIFFERENT WATER REGIMES**

**ABSTRACT:** Pruning has been a form of coffee orchard renewal with lesser cost than its eradication followed by a new planting. This experiment aimed at evaluating the effect of water regimes and predetermined stress on productivity of high density organic coffee orchard (7,142 plants ha<sup>-1</sup>), cv. IAPAR 59, after pruning. The water regimes were: rain fed no irrigation (control), continuous irrigation, water suppression 30 days before harvest, suppression at harvest and suppression at harvest associated with stem conduction. The experimental design was a randomized blocs, where water regimes were the treatments, with six repetitions. Yield per plot and per plant were evaluated in 2011; 2012 and 2013, the fruits were subdivided in cherry, cherry and green, dry and floating, in addition to triennial and accumulated yield evaluations. The treatments with programmed irrigation stops had increased yields, overcoming the non-irrigated treatment. Continuous irrigation reduced the proportion of dry and floating fruits, although increased the proportion of green fruits. Suppression at harvest associated with stem conduction after pruning increased the proportion of cherry, with less dry and floating fruits in the total mass of fruit harvested. Irrigation until harvest and stem conduction increased production and productivity in the three year period and accumulated.

Key-words: coffee, irrigation, triennial production, water stress, pruning.

## 1) INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a cafeicultura mundial sofreu grandes transformações, desde o cultivo até a comercialização do produto final. De acordo com a Organização Internacional do Café – OIC (2013), a produção mundial em 2012/2013 deve alcançar 144,7 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, aumento de 6,9% em relação à safra anterior. Para o Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013) estimou a produção nacional para 2013/2014 em 48,59 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, correspondente a 33,58% da produção mundial e com área total cultivada de 2,34 milhões de ha.

No Brasil, um dos sistemas de produção, ainda que em menor representatividade, é o café orgânico. Além da busca por qualidade, este sistema objetiva reduzir o impacto ambiental e o aumento de produção mediante práticas de reciclagem dos nutrientes, e manutenção da matéria orgânica sobre a superfície do solo. Nestas condições, a umidade do solo torna-se mais estável ao longo do tempo, melhorando sua estrutura física e composição microbológica (RICCI et al., 2006). Com isso, eleva-se a qualidade sensorial do café, dentre outros benefícios que, quando aliada ao uso da irrigação, eleva o rendimento das lavouras e os produtos adquirem melhor preço de comercialização. Além disso, Gabriel et al. (2011) afirmam que esse sistema de produção agrega maior valor ao longo do tempo, proporcionando vantagens econômico-financeiras e ambientais ao produtor.

A demanda por produtos obtidos a partir da observação das normas e dos princípios da agricultura orgânica tem apresentado comportamento ascendente, representando uma opção atraente de investimento. De acordo com Turco et al. (2012), um dos sistemas existentes de produção de café é o sistema orgânico, que busca reduzir o impacto ambiental, mediante práticas de reciclagem de nutrientes e de matéria orgânica, na forma de composto ou restituição dos resíduos da cultura ao solo, rotação de cultura e práticas apropriadas de preparo do solo.

Aliado ao cultivo orgânico do café e ao estudo do manejo da irrigação pode-se optar pelo plantio adensado, como no sul de Minas Gerais, visando aumento de produtividade. Ao longo do tempo, este exige algum tipo de poda, em função da queda de produção quando ocorre o “fechamento” da lavoura. O rendimento médio e a produtividade, avaliados no Sul de Minas Gerais, foram maiores nos tratamentos irrigados, porém a irrigação retardou a maturação dos frutos (REZENDE et al., 2006). Destaca ainda que a informação sobre café adensado, irrigado, submetido a algum tipo de poda é escassa e que o efeito da irrigação na recuperação e produtividade da lavoura deve ser avaliado.



O Cerrado Brasileiro apresenta período de seca que pode chegar a seis meses, tornando necessário o uso da irrigação, em que o manejo ainda necessita ser melhor definido, objetivando elevar a rentabilidade e qualidade final do produto e a conservação do meio ambiente (CARR, 2001). Ao mesmo tempo, para Guimarães et al. (2008), há carência de informações a respeito de características agronômicas de lavouras cafeeiras submetidas ao manejo orgânico.

Apesar de haver um relativo crescimento na cafeicultura brasileira irrigada, verifica-se a falta de um manejo eficiente da irrigação, objetivando aumento do rendimento (MARTINS et al., 2007; SILVA et al., 2011). A crescente preocupação mundial com os recursos hídricos leva à adoção de estratégias de manejo que possibilitam economia de água, sem prejuízos da produtividade. Uma boa estratégia de manejo da irrigação é fundamental para economizar água sem comprometer o rendimento das culturas (PEREIRA et al., 2009).

A paralisação da irrigação por cerca de 70 dias, de 24 junho a 4 de setembro, para as regiões com períodos secos bem definidos mostrou sincronizar o desenvolvimento dos botões florais. Esse estresse hídrico moderado permite a sincronização do desenvolvimento das gemas reprodutivas, uniformidade de florada e maturação dos frutos (GUERRA et al., 2007). O estresse está associado ainda ao ajuste da oferta de nutrientes em quantidades adequadas para contribuir para o enchimento dos grãos, crescimento de novos ramos e nós para a safra seguinte. Segundo Rezende et al. (2010), a irrigação realizada no período de abril a julho elevou a produtividade acumulada da cultivar Topázio MG-1190, e os menores rendimentos médios foram obtidos nos tratamentos não irrigados e irrigados de agosto a outubro. Além disso, houve indicativos de que a irrigação realizada entre abril e julho retarda a maturação dos frutos.

O manejo adequado da lavoura cafeeira promove aumento da produtividade, além de influenciar na qualidade da bebida e diminuir os riscos de perdas na produção (MARTINS, et al. (2007). Para o produtor, a qualidade e a produtividade são requisitos importantes, pois estão diretamente relacionadas à lucratividade. Assim, técnicas que melhorarem os índices de produção devem, sempre que possível, ser implementadas, com apoio de pesquisas, cujos resultados possam ser adotados pelo cafeicultor (REZENDE et al., 2010).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes regimes hídricos na produção e produtividade do cafeeiro orgânico adensado, recuperado após a poda de recepa.

## 2) MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, Distrito Federal, com coordenadas geográficas de 15° 56' de latitude Sul e 47° 56' de longitude Oeste e está a 1080 m de altitude. Segundo Santana et al. (2004), o solo da área experimental é Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), textura argilosa, fase Cerrado, apresentando boa drenagem. De acordo com Köppen & Geiger (1936), o clima é do tipo Aw tropical chuvoso e de inverno seco.

Avaliou-se a cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 (*Coffea arabica* L.), em sistema adensado e irrigado por gotejamento superficial. O transplântio das mudas de café ocorreu em abril de 2002, em sistema convencional, porém, a área de aproximadamente 1,0 ha foi convertida para o cultivo orgânico a partir de 2006. O espaçamento entre plantas foi de 2,0 m x 0,5 m, linhas duplas espaçadas de 3,6 m, parcelas de 12,5 m de comprimento, sendo a área útil formada por cinco plantas centrais, totalizando 7.142 plantas ha<sup>-1</sup>. Neste sistema de cultivo, foram seguidas as recomendações técnicas sobre o cultivo orgânico do café sugeridas por Ricci et al. (2002).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso para o fator regime hídrico na parcela, com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas na área experimental. O controle das plantas invasoras na linha de plantio foi realizado por meio de capina manual, e uso de roçadeira motorizada nas entrelinhas.

Os tratamentos foram estabelecidos como segue: Sem irrigação (testemunha) (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa associada à paralisação da irrigação na colheita (RH5). A irrigação foi realizada quando a tensão de água no solo atingia 40 kPa medida com sensor "Irrigas". A paralisação da irrigação com 30 dias antes da colheita ocorreu em 24/05/2011 e 24/05/2012 e as colheitas ocorreram em 24/06/2011 e 24/06/2012. A tensão de água no solo de 40 kPa foi definida visando limitar a variação da tensão hídrica no solo, e proporcionar maior superfície de contato das raízes do cafeeiro recepado com a solução do solo, proporcionando condições mais adequadas para a absorção de água e nutrientes.

A poda de recepa foi realizada em outubro de 2009, consistindo no corte da planta a uma altura de 0,40 m em relação ao nível do solo e as conduções da poda de recepa nos períodos: 21/12/2009 a 04/01/2010 e 22/12/2010 a 31/12/2010, mantendo-se uma haste principal, e removendo-se os demais ramos ortotrópicos com o auxílio de alicate de poda.

Utilizou-se irrigação por gotejamento superficial, constituída por linhas principal e secundária em Cloreto de Polivinil (PVC) e tubo gotejador em polietileno de baixa densidade, 16 mm de diâmetro, com emissores espaçados de 0,30 m, vazão nominal de 1,2 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 100 kPa, com uma linha lateral por fileira de plantas, formando uma faixa molhada contínua com largura média de 0,60 m.

As lâminas de irrigação foram estimadas por meio da relação entre o volume de água em litros aplicada por planta e área (em m<sup>2</sup>) de abrangência do bulbo molhado formado pelo gotejador (SILVA, 2005). A partir do segundo ano após a poda de recepa do cafeeiro considerou-se a evapotranspiração real da cultura (ET<sub>rc</sub>) de 4 mm dia<sup>-1</sup>. Assim, com a eficiência de aplicação de (EA) 90%, vazão do gotejador, área média de abrangência no solo umedecido obteve-se a intensidade de aplicação (I<sub>a</sub>) em mm h<sup>-1</sup>. No manejo da irrigação foi considerado turno de rega variável, com reposição da lâmina de 13,33 mm em 2011, 2012 e 2013 sempre que a maioria dos sensores “Irrigas” indicava a tensão de 40 kPa (NASCIMENTO, 2008; ONZI, 2005).

Foram instaladas seis baterias de sensores “Irrigas” nos tratamentos irrigados, com um sensor a 0,20 m de profundidade e outro a 0,50 m de profundidade e a 0,20 m de distância do caule do cafeeiro. Para os tratamentos não irrigados, onde a tensão de água no solo podia atingir 1500 kPa no período de inverno, o uso de tensiômetro não é recomendado, a umidade do solo foi monitorada pelo método gravimétrico, padrão de estufa, em amostras removidas na profundidade de 0,00 a 0,20 m. Os dados de temperaturas máxima, média e mínima, precipitação total e evaporação do tanque “Classe A” foram obtidos na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa localizada a 1000 m da área experimental.

Para análise de fertilidade foram coletadas 20 amostras de solo na área experimental em abril de 2010 nas profundidades de 0,00 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,30 m e enviadas ao laboratório. Posteriormente, foram realizadas adubações de cobertura na proporção de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N (torta de mamona, 5% de N, 2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1% de K<sub>2</sub>O); 250 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (termofosfato magnésiano yoorin master 1, 16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1% de B, 0,05% de Cu, 0,55% de Zn, 0,15% de Mn); 355 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (sulfato de potássio, 48% de K<sub>2</sub>O, 18% de S); 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro (ácido bórico, 17% de B) e 49 kg ha<sup>-1</sup> de zinco (sulfato de zinco, 20% de Zn). Na data de 04/03/2010, referente ao primeiro ano após a poda de recepa, realizou-se adubação de cobertura, correspondente a 25% das doses mencionadas. Para o segundo ano após a recepa, a adubação de cobertura foi dividida em quatro aplicações com

intervalos de 45 dias, de outubro de 2011 a abril de 2012, correspondente a 100% das doses mencionadas (MAPA, 1999).

Dados referentes às características físico-hídricas utilizados por Santana (2003) para a elaboração da curva de retenção de água no solo para a área experimental com duas cultivares do cafeeiro adensado, IAPAR 59 e Obatã, (Tabela 1). Estes dados revelaram que a umidade na capacidade de campo, base volume, nas camadas de 0-15, 15-30, 30-45, 45-60 cm foi de 40%, 36%, 35% e 36%, respectivamente. Para o ponto de murcha nas camadas de 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, a umidade do solo foi de 23%, 23%, 21% e 22%, respectivamente.

No período frio e seco do ano, o teor de água no solo para o tratamento sem irrigação atingiu 22,4%, correspondente a 1500 kPa, conforme a equação da curva de retenção de água no solo, que expressa o conteúdo de água em função do potencial matricial da água no solo,  $Y = 43,6263 - 2,9076 \ln(x)$ , ( $R^2 = 0,91$ ), em que: Y = teor de água no solo (%) e x = tensão de água (kPa) (SANTANA et al., 2004).

**Tabela 1.** Propriedades físico-hídricas do solo em amostras coletadas antes do estabelecimento do experimento com o cafeeiro, cultivares IAPAR 59 e Obatã, Fazenda Água Limpa/UnB, 2001 (SANTANA, 2003).

Característica	Unidade	Profundidade (cm)			
		0-15	15-30	30-45	45-60
Densidade do solo	g cm <sup>-3</sup>	0,88	0,85	0,78	0,79
Tensão 0 kPa	(%) volume	59,2	60,9	62,4	62,4
Tensão 6 kPa	(%) volume	39,8	36,1	35	36,2
Tensão 10 kPa	(%) volume	36,8	32,7	31,6	32,5
Tensão 33 kPa	(%) volume	32,7	29,6	27,7	28
Tensão 60 kPa	(%) volume	31,2	28,2	26,6	26,7
Tensão 100 kPa	(%) volume	29,4	27,3	25,6	25,7
Tensão 500 kPa	(%) volume	25,9	25,3	23,2	23,8
Tensão 1500 kPa	(%) volume	23,0	23,0	21,4	21,7
Saturação	(%) volume	59	61	62	62
Capac. de Campo	(%) volume	40	36	35	36
Microporos	(%) volume	40	36	35	36
Ponto de Murcha	(%) volume	23	23	21	22
Porosidade	(%) volume	59	61	62	62
Macroporos	(%) volume	19	25	27	26

Fonte: Santana (2003).

Durante o experimento, realizou-se o controle da *Cercospora coffeicola* com calda bordalesa na proporção de 450 L ha<sup>-1</sup> pulverizando-se em 18/08/2010 e 21/12/2010. Em 13/11/2012 foi utilizada a calda de viçosa na mesma proporção. No controle de ácaro (*Oligonychus ilicis*), cochonilha (*Maconellicoccus hirsutus*), broca-do-café (*Hypothenemus*

*hampei*) e bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) foram realizadas duas pulverizações com óleo de neem (*Azadirachta indica*), na proporção de 125 mL para 100 L de água nas datas de 14/05/2012 e 11/09/2012 (RICCI et al., 2002).

A colheita foi realizada em seis plantas da parcela quando o percentual de frutos cerejas foi superior a 80%, o que ocorreu no período de 22 a 24/06/2011 por derrça manual em pano. Devido à baixa produção das parcelas sem irrigação, optou-se por não fazer a separação por estágios de maturação para a safra de 2011. Os frutos de café foram secos em terreiro de cimento até atingir o teor de umidade aproximado de 12%, sendo cobertos durante a noite com uma lona plástica para evitar a reabsorção de água. Após este período, pesaram-se as amostras em balança com precisão de 0,01g.

Para a safra de 2012, a colheita do café ocorreu no período de 11 a 12/06/2012, e para a safra de 2013, ocorreu no período de 15 a 16/05/2013 nas mesmas plantas, por derrça manual em pano. Imediatamente após colheita, o total de frutos colhidos foi colocado em recipientes de “PVC” com capacidade para 20 L, onde se realizou a separação manual dos frutos em cereja, verde, chocho e seco da seguinte maneira: a quantidade de frutos de café colhida em seis plantas por parcela foi colocada nos recipientes de “PVC” contendo água; primeiramente, os frutos boias, representado pelos verdes mal granados, seco e chocho foram retirados do recipiente e separados manualmente. Em seguida, os frutos cereja, verde e de “meia maturação” que estavam submersos foram retirados do recipiente e separados manualmente. Os frutos cereja e de “meia maturação” foram avaliados juntos. Os frutos de café foram secos separadamente em terreiro de cimento, até atingirem a umidade de 12%, pesando-se as amostras em balança com precisão de 0,01g. Após este período, coletaram-se três amostras de café com peso médio de 137,31 g cada, para avaliação do teor de umidade em estufa (105 °C ± 3 °C por 24 h), conforme orientação do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (2009).

A produção foi calculada em g planta<sup>-1</sup> e a produtividade em sacas ha<sup>-1</sup>. O valor obtido dos frutos cereja, cereja mais verde, seco mais chocho, cereja mais verde mais seco mais chocho foi multiplicado por 0,5 (rendimento de 50%), obtendo-se a produção de grãos beneficiados por parcela e a consequente produtividade (AUGUSTO et al., 2006).

O reinício da irrigação para cada ano foi condicionado a um período de suspensão da irrigação variando de 57 a 100 dias e ao comportamento da temperatura média entre 18 °C e 23 °C. Assim, o retorno da irrigação para o ano de 2011 ocorreu no dia 02/09/2011 para os tratamentos RH3, RH4 e RH5, com paralisações das irrigações por 100, 70 e 70 dias, respectivamente. Para o ano de 2012, o retorno da irrigação ocorreu no dia 20/08/2012 para os

tratamentos RH3, RH4 e RH5, com suspensões das irrigações por 88, 57 e 57 dias, respectivamente. As irrigações foram mantidas até a colheita do café realizada em maio de 2013.

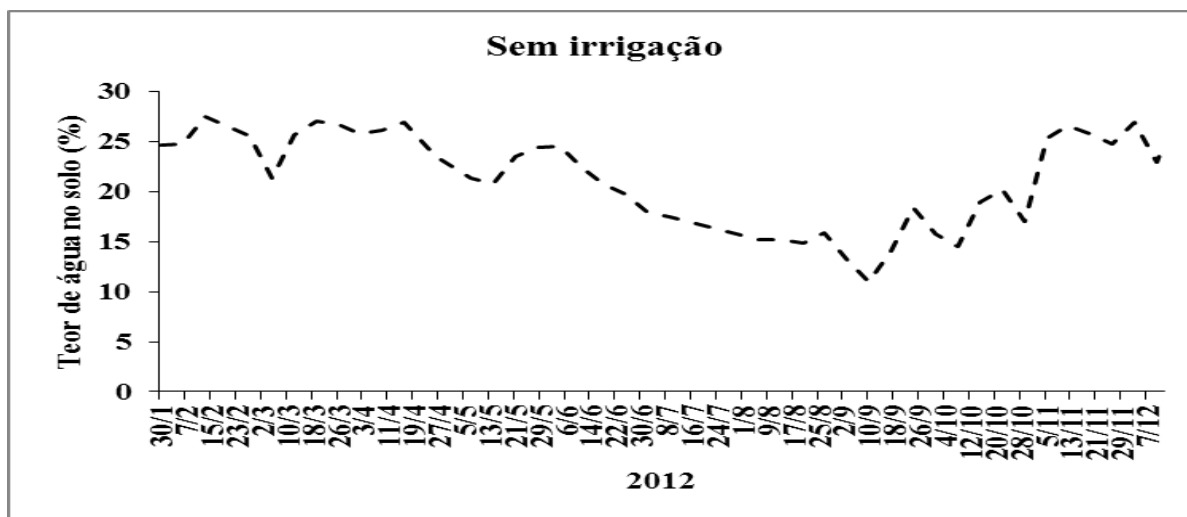
Os dados foram submetidos à análise de variância, enquanto as médias entre tratamentos se compararam pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o SAS Institute (SAS, 2004).

### **3) RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No tratamento sem irrigação para o ano de 2012, o teor médio de água no solo a 0,20 m entre julho até o início de outubro, variou de 11% a 17,9%, portanto, abaixo do ponto de murcha permanente, podendo ser um indicativo de que a cultivar IAPAR 59 é tolerante à seca (Figura 1). Neste sentido, em experimento implantado em dezembro de 2007 na Embrapa Cerrados/DF, Freire et al. (2013) relataram que o potencial hídrico foliar de antemãhã para a cultivar IAPAR 59, medidos em 2008 e 2009 na estação seca, foram de -0,80 MPa e -0,59 MPa, respectivamente. Já para a cultivar Rubi, o potencial hídrico foliar nas mesmas condições, foram de -1,88 MPa e -1,20 MPa, respectivamente. Essas medidas de potenciais descritas indicam que as plantas jovens da cultivar IAPAR 59 dispõe de uma maior capacidade para reduzir as perdas de água que a cultivar Rubi MG-1192, tornando-a mais tolerante à seca.

Além disso, mesmo com um período longo de estiagem, de maio a setembro de 2012, foi possível obter rendimentos consideráveis no tratamento sem irrigação, corroborando a relativa tolerância a seca em cafeeiro relatadas por Moraes et al. (2008); Nascimento et al. (2010) e Pereira et al. (2007).

Este fato também pode estar relacionado com a fase em que o cafeeiro apresenta pequeno crescimento vegetativo e os botões florais encontram-se quiescentes. Nessa condição, a planta apresenta uma demanda reduzida de água e nutrientes no período de inverno. Além disso, algumas raízes do cafeeiro alcançam camadas de solo mais profundas, cerca de 2,0 m, possibilitando que a planta absorva água e nutrientes dessas camadas. Igualmente, Damatta et al. (2008) relataram que no sudeste do Brasil, o desenvolvimento da parte aérea do cafeeiro varia sazonalmente: a fase ativa do crescimento vegetativo ocorre de setembro a março, período em que as temperaturas são relativamente altas e as chuvas abundantes; a fase quiescente, por seu turno, acompanha o período seco e frio, que se estende de março a setembro, com pequenas taxas de crescimento no fim de maio.



**Figura 1.** Teor de água no solo, em percentual, para o ano de 2012, obtido pelo método gravimétrico, padrão de estufa, na profundidade de 0,20 m para as parcelas sem irrigação.

Com a paralisação da irrigação na colheita em 2011, obteve-se maior produção média por planta, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 2). A irrigação até a colheita proporcionou efeito benéfico no primeiro ano após a recepa, assim, considerando que este tipo de poda causa elevado estresse fisiológico no cafeeiro, é de se esperar que a recuperação mais efetiva aconteça com o menor período de paralisação da irrigação, sendo neste caso, de 70 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Arantes et al. (2009), onde o cafeeiro na condição de recuperação da recepa apresentou sensibilidade considerável à irrigação, mostrando que esta pode promover uma recuperação mais acelerada da capacidade produtiva das plantas.

Por outro lado, quando não se irrigou a planta de café ou irrigou-a durante todo o ano, observou-se baixa produção média por planta. Com isso, os dois extremos são indesejáveis e reforça o entendimento de que o cafeeiro precisa ser submetido a um período adequado de estresse hídrico. Neste sentido, Guerra et al. (2007) relataram que o estresse hídrico controlado deve ser visto como uma ferramenta para sincronização da floração e organização do crescimento do cafeeiro, dentro de um sistema de produção equilibrado. Dentre os pontos positivos desta tecnologia, ressalta a redução significativa no consumo de água e energia, resultante da prática do manejo de irrigação e do período de estresse hídrico, e redução de 40% nas operações de máquinas na colheita.

Para as safras de 2012 e 2013, a condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita apresentou a maior produção média por planta, o oposto ocorreu na ausência de irrigação diferindo dos demais tratamentos. Com isso, verificou-se que o efeito do

maior período irrigado e a condução da planta após poda contribuíram para aumentar a produção de café. Silva et al. (2008) também obtiveram maiores produtividades com o cafeeiro irrigado e as menores produtividades em regime de sequeiro.

Quando a irrigação foi suspensa na colheita juntamente com poda, obteve-se a maior produção na safra de 2013 (416,59 g planta<sup>-1</sup>). Este resultado reflete a recuperação das plantas de café que estavam no terceiro ano após a recepa. Neste contexto, segundo Pereira et al. (2007), cafeeiros podados por recepa apresentaram efeitos positivos quanto aos componentes vegetativos das brotações e à produtividade, contudo, não produziram no primeiro ano após a recepa.

Para as produções trienal e acumulada, a paralisação da irrigação na colheita com poda e a paralisação da irrigação na colheita apresentaram as maiores produções e não diferiram entre si. Confirmando o resultado do segundo ano, onde a ausência de irrigação apresentou a menor produção e diferiu dos demais tratamentos. Este comportamento foi esperado, uma vez que os regimes hídricos se repetiram aumentando a magnitude das diferenças.

**Tabela 2.** Produção do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2011, 2012 e 2013.

Tratamento	Produção (g planta <sup>-1</sup> )			Média		CV (%)
	2011	2012	2013	Trienal	Acumulada	
RH1	39,02 Cc	94,09 Bd	130,87 Ad	87,99 d	263,98 d	5,19
RH2	41,09 Cc	226,26 Bc	284,82 Ac	184,06 c	552,17 c	9,05
RH3	69,58 Cb	246,22 Bc	311,21 Ac	209,00 b	627,01 b	11,29
RH4	103,95Ca	268,59 Bb	368,68 Ab	247,07 a	741,22 a	7,22
RH5	56,75 Cbc	296,47 Ba	416,59 Aa	256,60 a	769,81 a	5,00
CV (%)	20,43	7,74	5,64	6,25	6,24	
DMS	25,23	21,81	30,68	20,31	60,94	

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

A paralisação da irrigação na colheita, em 2011, apresentou a maior produtividade e diferiu dos demais tratamentos (Tabela 3). Enquanto que ausência de irrigação apresentou a menor produtividade e não diferiu da irrigação durante todo o ano e da condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita. Assim, observou-se efeito positivo do menor período de estresse hídrico aplicado ao cafeeiro em relação à produtividade. Efeitos positivos



de diferentes épocas de irrigação também foram obtidos por Silva et al. (2005), onde foram observados aumentos em produtividades para o cafeeiro variando de 37% a 50% quando irrigaram-se nos períodos de 1/6 a 30/9 e de 15/7 a 30/9.

Em 2012 e 2013, o tratamento condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita apresentou a maior produtividade e diferiu dos demais tratamentos. O oposto ocorreu na ausência de irrigação. O efeito positivo do menor período de estresse hídrico pode ser atribuído à provável maior demanda hídrica pelo cafeeiro no terceiro e quarto anos após a poda de recepa. Além disso, a resposta pode estar relacionada à adubação orgânica com liberação lenta dos nutrientes para o cafeeiro. Diferentemente, Scalco et al. (2011), em lavoura superadensada com 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, verificaram que a maior demanda hídrica por irrigação ocorreu na primeira safra.

**Tabela 3.** Produtividade do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2011, 2012 e 2013.

Tratamento	Produtividade (sc ha <sup>-1</sup> )			Média		
	2011	2012	2013	Trienal	Acumulada	CV (%)
RH1	4,65 Cc	11,20 Bd	15,24 Ae	10,36 d	31,09 d	5,52
RH2	4,89 Cc	26,93 Bc	33,44 Ad	21,75 c	65,26 c	9,10
RH3	8,28 Cb	29,30 Bc	37,05 Ac	24,88 b	74,63 b	11,30
RH4	12,37Ca	31,97 Bb	43,35 Ab	29,23 a	87,69 a	7,08
RH5	6,75 Cbc	35,29 Ba	49,19 Aa	30,41 a	91,23 a	5,62
CV (%)	20,43	7,73	5,87	6,18	6,18	
DMS	3,00	2,60	3,42	2,38	7,14	

Médias com a mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

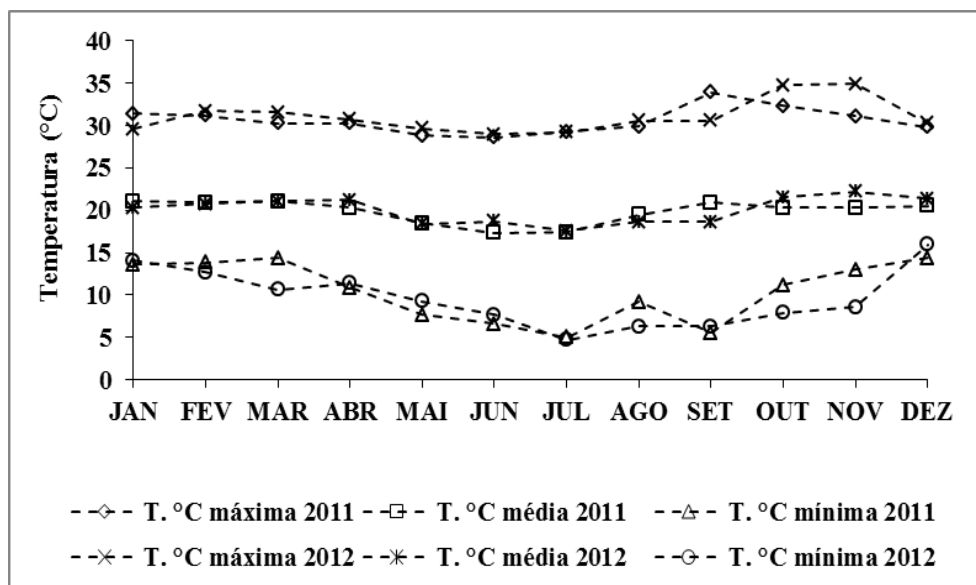
Para as três safras avaliadas, o tratamento com paralisação da irrigação na colheita juntamente com poda, com produtividade estimada de 49,19 sc ha<sup>-1</sup> para 2013, foi o que apresentou o melhor desempenho diferindo dos demais tratamentos. Este resultado comprova a necessidade de um período mínimo entre dois e três anos após a poda de recepa para que o cafeeiro orgânico expresse seu potencial produtivo. Outro fator favorável foi manter a irrigação até a colheita. Neste estudo, os tratamentos que foram irrigados até a colheita foram submetidos a 70 dias e 57 dias de estresses hídricos para os anos de 2011 e 2012,

respectivamente, revelando-se como alternativas promissoras para aumento da produtividade em cafeeiro orgânico após a recepa.

As produtividades crescentes observadas de 2011 para 2013 para todos os tratamentos indicam que a lavoura cafeeira após a recepa comporta-se de forma semelhante a uma lavoura nova, em que o efeito da bienalidade ainda não é pronunciado. Resultados semelhantes foram obtidos por Rezende et al. (2006), onde a cultivar Topázio MG-1190, recepada aos 65 meses após o plantio, apresentou produtividades crescentes nos anos de 2003 e 2004. Este comportamento é justificado uma vez que a planta está em fase de crescimento vegetativo, ampliando a quantidade e o comprimento das ramificações plagiotrópicas.

Relativamente às produtividades trienal e acumulada, a paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda apresentaram produtividades mais elevadas e não diferiram entre si, mas diferiram dos demais regimes hídricos, ausência de irrigação apresentou a menor produção. Dessa forma, os estresses hídricos de 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, referente ao tratamento paralisação da irrigação na colheita com condução da poda de recepa, proporcionaram produtividades mais elevadas.

As melhores respostas da irrigação com estresses hídricos controlados em relação às parcelas não irrigadas podem estar relacionadas ao efeito da irrigação sobre a elevação da temperatura no período da formação do fruto na fase de chumbinho, que corresponderam aos meses de setembro a novembro de 2011 e 2012, respectivamente (Figura 2). Estes resultados estão de acordo com Rezende et al. (2006), onde a produtividade acumulada do cafeeiro recepado e irrigado por gotejamento mostra a superioridade dos tratamentos irrigados, com acréscimos em relação ao não irrigado variando de 23,68% a 68,23%.



**Figura 2.** Temperatura, mínima, média e máxima do ar em 2011 e 2012, observadas na Estação Agrometeorológica Automática da Fazenda Água Limpa, altitude de 1080 m (FAL/UnB – Brasília/DF).

As médias dos tratamentos irrigados foram superiores à obtida na ausência de irrigação (Tabela 4). Houve efeito das paralisações das irrigações visando aumento de produção e qualidade dos frutos em relação às parcelas não irrigadas, de acordo com os tipos a seguir:

**Frutos cerejas (C):** O tratamento com paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou as maiores produção e produtividade, enquanto a ausência de irrigação (testemunha) diferiu negativamente dos demais tratamentos. O maior percentual de frutos cereja em relação à massa total de frutos colhidos foi de 79,32%, verificado no tratamento com paralisação da irrigação na colheita, tendo relação direta com a qualidade da bebida do café. Neste sentido, Simões et al. (2008) afirmaram que a “prova de xícara” confirma que, quanto maior o percentual de frutos cereja, melhor a qualidade de bebida do café. Além disso, Mendonça et al. (2005) relataram que o café é um dos poucos produtos agrícolas que tem seu preço associado a parâmetros qualitativos.

Ante o exposto, na região do Brasil Central onde há um período de seca, em geral, de maio a setembro, a paralisação da irrigação do cafeeiro realizada na colheita contribuiu positivamente para a produção e a produtividade de frutos cerejas.

**Frutos cerejas mais verdes (C + V):** A paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou as maiores produção e produtividade enquanto a menor ocorreu na ausência de irrigação. O maior percentual de frutos cereja mais verde em relação à massa total de frutos colhidos foi de 91,45%, verificado no tratamento com irrigação o ano todo. A suplementação

de água o ano todo retardou a maturação dos frutos, como verificado em outras regiões produtoras de café no Brasil (REZENDE et al., 2006; SCALCO et al., 2011). Os frutos verdes e secos são indesejáveis, pois contribuem para reduzir a qualidade da bebida. A quantidade ideal de frutos verdes na planta é de no máximo 5%, sendo toleráveis quantidades de até 20% que, porém, trazem prejuízos na qualidade (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997).

**Frutos secos mais chochos (S + CH):** Os tratamentos com paralisação da irrigação na colheita com poda e paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita não diferiram entre si, e apresentaram os maiores valores de produção e produtividade, já o tratamento sem irrigação apresentou as menores proporções de café seco mais chocho. O maior percentual em relação à massa total de frutos colhidos foi de 16,55%, verificado na ausência de irrigação, enquanto o menor percentual foi de 8,55%, com irrigação durante todo o ano.

Esse resultado obtido na ausência de irrigação pode estar associado ao elevado déficit hídrico no solo, observado no período de junho a setembro de 2012, onde o teor de água esteve próximo de 15%, abaixo do ponto de murcha permanente (Figura 1). Além disso, houve aumento significativo da temperatura máxima nos meses de setembro e outubro de 2012, 34,8 °C e 34,9 °C, respectivamente (Figura 2).

A redução na quantidade de frutos secos e chochos apresentada pela irrigação feita o ano todo evidencia a função importante que a água exerce sobre o desenvolvimento dos botões florais e que darão origem aos novos frutos de café. Segundo Aguiar (2004), esses valores podem ainda ser influenciados por variações de temperatura, luminosidade, espaçamento de plantio e adubação.

**Frutos de café cerejas mais verdes mais secos mais chochos (C + V + S + CH), total:** A paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou as maiores produção e produtividade, em contraste com ausência de irrigação. Essa superioridade das plantas irrigadas em relação às não irrigadas também foram encontradas por Silva et al. (2011). Tanto a irrigação até a colheita quanto a retirada dos ramos ladrões contribuíram para aumentar a produção total e a produtividade total. Assim, acredita-se que a absorção de água e nutrientes do solo pela planta, que seria utilizada para o crescimento das brotações ortotrópicas, foi redirecionada para a produção de frutos.

**Tabela 4.** Produção e produtividade de frutos cereja (C), cereja mais verde (C + V), seco mais chocho (S + CH), cereja mais verde mais seco mais chocho (C+V+S+CH), total, do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2012.

Tratamento	Produção por estágios de maturação (g planta <sup>-1</sup> )						Total
	C	(%)	C+V	(%)	S+CH	(%)	
RH1	73,71 e	78,41	78,54 d	83,54	15,56 d	16,55	94,01 d
RH2	173,15 d	76,53	206,91 c	91,45	19,34 c	8,55	226,25 c
RH3	191,79 c	77,89	209,69 c	85,16	36,53 a	14,84	246,22 c
RH4	213,05 b	79,32	237,53 b	88,44	31,05 b	11,56	268,58 b
RH5	231,66 a	78,14	262,02 a	88,38	34,45 a	11,62	296,47 a
CV (%)	5,79		5,76		5,78		5,58
DMS	17,68		19,79		2,74		21,81
Tratamento	Produtividade por estágios de maturação (sc ha <sup>-1</sup> )						Total
	C	(%)	C+V	(%)	S+CH	(%)	
RH1	8,77 e	78,30	9,35 d	83,48	1,85 d	16,52	11,20 d
RH2	20,61 d	76,53	24,63 c	91,46	2,30 c	8,54	26,93 c
RH3	22,83 c	77,89	24,96 c	85,16	4,35 a	14,84	29,31 c
RH4	25,36 b	79,32	28,27 b	88,43	3,70 b	11,57	31,97 b
RH5	27,59 a	78,18	31,19 a	88,39	4,10 a	11,61	35,29 a
CV (%)	5,79		5,76		5,84		5,58
DMS	2,10		2,36		0,33		2,60

Médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

As médias dos tratamentos irrigados foram superiores à obtida na ausência de irrigação (Tabela 5). Houve efeito positivo das paralisações das irrigações objetivando aumento de produção e produtividade para a safra de 2013.

**Frutos cerejas (C):** O tratamento com paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior proporção diferindo dos demais tratamentos. A testemunha apresentou as menores produção e produtividade. O maior percentual de frutos cereja em relação à massa total de frutos colhidos foi de 82,77%, também verificado no tratamento com paralisação da irrigação na colheita com poda. Este resultado é desejável pelo produtor, pois tem relação direta com a qualidade da bebida e com o valor da produção. Assim, a exemplo do ocorrido

na safra de 2012, pode-se sugerir que a irrigação do cafeeiro na região do Brasil Central seja realizada até a colheita, visando aumento de produção e produtividade do fruto cereja.

Com isso, é possível concluir que a irrigação feita até a colheita com a condução da poda de recepa são ferramentas promissoras para a recuperação do cafeeiro orgânico. Corroborando estes dados, Silva et al. (2008) elencam resultados das quatro primeiras safras do cafeeiro, onde a produtividade foi influenciada pela irrigação por gotejamento, e os piores rendimentos e produtividades foram observados nas plantas cultivadas em sequeiro.

**Frutos cerejas mais verdes (C + V):** A paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou a maior produção e produtividade, enquanto a menor ocorreu na ausência de irrigação. As maiores produção e produtividade de frutos cereja mais verde em relação à massa total de frutos colhidos foram 89,59% e 91,81%, respectivamente, observado na irrigação feita durante o ano todo. A irrigação feita todo o ano atrasou a maturação dos frutos, fato também observado na safra de 2012. Conforme apresentado por Nascimento (2008), cafeeiros irrigados o ano todo apresentaram menor uniformidade de maturação dos frutos, pois estimulou mais de uma floração, e este é um fator que pode ocasionar a desuniformidade de maturação, uma vez que os frutos provenientes da última florada, se tardia, estarão verdes no momento da colheita.

**Frutos secos mais chochos (S + CH):** Paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda e paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita não diferiram entre si, e apresentaram as maiores produções, o oposto foi verificado no tratamento sem irrigação. A paralisação da irrigação na colheita com poda e sem poda apresentaram as maiores produtividades e não diferiram entre si, sem irrigação apresentou a menor produtividade. O maior percentual de frutos secos e chochos em relação à massa total de frutos colhidos foi de 16,42%, observado no tratamento sem irrigação, enquanto o menor percentual de frutos secos mais chochos em relação à massa total de frutos colhidos foi de 10,41%, verificado no tratamento com irrigação durante todo o ano. Comportamento verificado, também, na safra de 2012. As maiores proporções de frutos secos e chochos verificados no tratamento não irrigado pode estar relacionado com o elevado estresse hídrico verificado no período de junho a setembro de 2012 (Figura 1), e também com o aumento da temperatura nos meses de setembro e outubro de 2012 (Figura 2).

**Frutos de café cerejas mais verdes mais secos mais chochos (C + V + S + CH), total:** A paralisação da irrigação na colheita com poda apresentou as maiores produção e produtividade diferindo dos demais tratamentos, o oposto ocorreu na ausência de irrigação. Este comportamento reforça a importância de se manter a irrigação até a colheita para

aumentar a produção e a produtividade do cafeeiro orgânico. Tanto a irrigação até a colheita quanto a remoção dos ramos ortotrópicos contribuíram para o aumento da produção total. Assim, entende-se que os ramos “ladrões” representam um forte dreno para o cafeeiro orgânico em fase de produção e sua retirada é benéfica para a planta.

**Tabela 5.** Produção e produtividade de frutos cereja (C), cereja mais verde (C + V), seco mais chocho (S + CH), cereja mais verde mais seco mais chocho (C+V+S+CH), total, do cafeeiro, cv. IAPAR 59, progênie PR 75163-22 em 2013.

Produção por estágios de maturação (g planta <sup>-1</sup> )							
Tratamento	C	(%)	C+V	(%)	S+CH	(%)	Total
RH1	103,90 e	79,39	109,38 d	83,58	21,49 c	16,42	130,87 d
RH2	222,16 d	77,17	257,91 c	89,59	29,96 b	10,41	287,87 c
RH3	253,70 c	81,52	272,45 c	87,54	38,76 a	12,46	311,21 c
RH4	303,68 b	82,37	329,33 b	89,33	39,35 a	10,67	368,68 b
RH5	344,82 a	82,77	372,02 a	89,30	44,57 a	10,70	416,59 a
CV (%)	5,71		5,76		10,06		5,87
DMS	24,22		26,68		5,94		30,68
Produtividade por estágios de maturação (sc ha <sup>-1</sup> )							
Tratamento	C	(%)	C+V	(%)	S+CH	(%)	Total
RH1	12,37 e	81,17	13,02 d	85,43	2,22 d	14,57	15,24 e
RH2	26,44 d	79,07	30,70 c	91,81	2,74 d	8,19	33,44 d
RH3	30,20 c	81,51	32,88 c	88,75	4,17 b	11,25	37,05 c
RH4	36,15 b	82,51	39,19 b	89,45	4,62 ab	10,54	43,81 b
RH5	41,04 a	83,43	44,28 a	90,02	4,91 a	9,98	49,19 a
CV (%)	5,73		5,76		8,90		5,56
DMS	2,89		3,17		0,57		3,42

Médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Sem irrigação (RH1); Irrigação durante todo o ano (RH2); Paralisação da irrigação 30 dias antes da colheita (RH3); Paralisação da irrigação na colheita (RH4); Condução da poda de recepa com paralisação da irrigação na colheita (RH5).

#### 4) CONCLUSÕES

Nas três primeiras safras após a poda de recepa, a produtividade do cafeeiro orgânico, cultivar IAPAR 59, é influenciada positivamente pela aplicação do estresse hídrico monitorado, em média, produtividades mais baixas são observadas nas plantas cultivadas em

sequeiro. Além disso, neste período, não foi observado o efeito da bienalidade da produção, indicando que o desenvolvimento inicial da lavoura cafeeira recepada é semelhante ao desenvolvimento das plantas em cultivos recentemente instalados.

Irrigação durante todo o ano reduz a produção de frutos secos e chochos, contudo, aumenta a produção de frutos verdes, podendo retardar a colheita. A irrigação mantida até a colheita associada à condução da poda de recepa aumenta a produção de frutos cereja e reduz a produção dos frutos secos e chochos em relação à massa total de frutos colhidos. Além disso, este tratamento aumentar a produção e a produtividade trienal e acumulada em comparação com os demais regimes hídricos.

## **5) CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação de estresse hídrico monitorado apresenta-se como uma ferramenta com capacidade para estimular o crescimento vegetativo, uniformizar a floração e a maturação de frutos em *Coffea arabica* L., sobretudo, em regiões com período seco bem definido. Contudo, mesmo em localidades que ocorrem chuvas esporádicas na época da paralisação da irrigação, algumas pesquisas tem mostrado que é possível valer-se desse manejo da irrigação, visando elevar a produção, reduzir custos e melhorar a qualidade do produto final comercializado.

Dentre os regimes hídricos avaliados, a irrigação realizada até a colheita com poda ou sem poda, com suspensões da irrigação por 70 dias em 2011 e 57 dias em 2012, proporcionou os melhores resultados para a maioria das variáveis de crescimento vegetativo, uniformidade da floração e produção do cafeeiro orgânico após a poda de recepa. Por fim, a uniformidade da floração do cafeeiro é afetada por fatores climáticos, especialmente, a temperatura associada ao teor de água no solo.

## **6) SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS**

Avaliar as alterações fisiológicas no comportamento da cultivar IAPAR 59 após a recepa sob efeito de déficit hídrico em cultivo orgânico.

Avaliar a influência da radiação solar nos processos de indução e diferenciação de gemas reprodutivas em *Coffea arabica* L. e *Coffea Canephora*.

## **5) AGRADECIMENTOS**

Ao Consórcio Pesquisa Café/Embrapa/Café, à Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília – (FAL/UnB).



## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. T. E. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 179-182, 2004.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 313-319, 2009.

AUGUSTO, H. S.; MARTINEZ, H. E. P.; SAMPAIO, N. F.; CRUZ, C. D.; PEDROSA, A. W. Produtividade de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) sob espaçamentos adensados. **Ceres**, v. 53, Viçosa, p. 539-547, 2006.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – (MAPA). **Instrução Normativa nº 007 de 17/05/99**. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais, Brasília, publicada no D.O.U. em 19/05/99.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – (MAPA). Determinação do grau de umidade. Peso volumétrico. Teste de uniformidade (retenção em peneira) In: **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009, cap. 7, p. 308-323, cap. 11, p. 344-350, cap. 14, p. 352.

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 37, n. 1, p. 1-36, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Safra 2013 segunda estimativa, maio/2013, Brasília: CONAB, 2013. 18 p.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Aspectos fisiológicos do crescimento e da produção do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 59-68.

FREIRE, L. P.; MARRACCINI, P.; RODRIGUES, G. C.; ANDRADE, A. C. Análise da expressão do gene manose 6 fosfato redutase em cafeeiros submetidos ao déficit hídrico. **Coffee Science**, Lavras v. 8, n. 1, p. 17-23, 2013.

GABRIEL, J. E. F.; FILHO, L. R. A. G.; CREMASCO, C. P.; SIMON, E. J. Análise matemática e estatística da produtividade de lavouras cafeeiras agroquímica e orgânica na região da Alta Paulista. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 52-64, 2011.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES G. C.; SANZONOWICZ, C., FILHO, G. C. R., TOLEDO, P. M. R., RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **ABID. Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 52-61, 2007.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; MALTA, M. R.; THEODORO, C. A.; CHAGAS, S. J. R.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob sistema orgânico no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1402-1407, 2008.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. **Das geographische system der klimate Handbuch der klimatologie**. Berlin: Borntraeger, 1936. 44 p.

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, 2007.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MORAIS, H.; MARUR, J. C.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. A. Desenvolvimento de gemas florais, florada, fotossíntese e produtividade de cafeeiros em condições de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 465-472, 2008.

NASCIMENTO, L. M. **Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros orgânico e adensado**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2008.

NASCIMENTO, L. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, C. L. Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) orgânicos e adensados. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 107-112, 2010.

ONZI, A. C. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura em cafeeiro adensado sob irrigação por gotejamento**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - (OIC). Café: produção global de café deve crescer 6,9% em 2012/2013. Disponível em: <[www.noticiasagricolas.com.br](http://www.noticiasagricolas.com.br)>. Acesso em: 10 mai. 2013.

PEREIRA, S. P.; GUIMARÃES, R. J.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVES, J. D. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 643-649, 2007.

PEREIRA, L. S.; PAREDES, P.; SHOLPANKULOV, E. D.; INCHENKOVA, P. R.; HORST, M. G. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Ásia. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 96, p. 723-735, 2009.

REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. de; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n. 2, p. 103-110, 2006.

REZENDE, F. C.; ARANTES, K. R.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A. Cafeeiro recepado e irrigado em diferentes épocas: produtividade e qualidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 229-236, 2010.

RICCI, M. S.; FERNANDES, M. C. A.; CASTRO, C. M. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 101 p.

RICCI, M. S.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

SANTANA, M. S. **Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado Influenciado por níveis de irrigação localizada**. 2003. 50f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2003.

SANTANA, M. S.; OLIVEIRA, C. A. da S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado Influenciado por níveis de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 644-653, 2004.

**SAS Statistical Analysis System: user's guide**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2004, 836 p. (Version 9.1).

SCALCO, M. S.; ALVARENGA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; ASSIS, G. A. Cultivo irrigado e não irrigado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em plantio adensado. **Coffee Science**, Lavas, v. 6, n. 3, p. 193-202, 2011.

SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P. Características produtivas do cafeeiro arábica irrigado por pivô central na região de Lavras/MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 128-136, 2011.

SILVA, A. C. da.; TEODORO, F. E. R.; MELO, de B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 387-394, 2008.

SILVA, A. M. da.; COELHO, G.; SILVA, R. A. da. Épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro, em quatro safras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 314-319, 2005.

SILVA, J. L. **Manejo da irrigação por gotejamento durante o terceiro ano do Cultivo de cafeeiro adensado**. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Solo e Água). Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2005.

SIMÕES, R. O.; FARONI, L. R. A.; QUEIROZ, D. M.; Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 139-146, 2008.

TURCO, P. H. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C.; CAIADO, J.; OLIVEIRA, M. D. M. Eficiência econômica no sistema de café orgânico: estudo de caso dos cooperados da COOPFAM. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 32-39, 2012.