

**PERIODICIDADE DE CRESCIMENTO DO
CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) EM
DIFERENTES TENSÕES DE IRRIGAÇÃO E
DUAS DENSIDADES DE PLANTIO**

LEANDRO CARLOS PAIVA

2006

LEANDRO CARLOS PAIVA

**PERIODICIDADE DE CRESCIMENTO DO CAFEIRO
(*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES TENSÕES DE
IRRIGAÇÃO E DUAS DENSIDADES DE PLANTIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. Rubens José Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Paiva, Leandro Carlos

Periodicidade de crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação e duas densidades de plantio / Leandro Carlos Paiva. -- Lavras : UFLA, 2006.

90 p. : il.

Orientador: Rubens José Guimarães

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Crescimento. 3. Irrigação. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD-633.7387

LEANDRO CARLOS PAIVA

**PERIODICIDADE DE CRESCIMENTO DO CAFEIEIRO
(*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES TENSÕES DE
IRRIGAÇÃO E DUAS DENSIDADES DE PLANTIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada:

Prof^a. Dr^a. Myriane Stela Scalco	UFLA
Prof. Dr. Alberto Colombo	UFLA
Pesq. Dr. Carlos Alberto Spaggari Souza	CEPLAC
Pesq. Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho	EPAMIG

Prof. Dr. Rubens José Guimarães
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, que traçou um destino lindo para minha vida...

Agradeço

Aos meus pais Osvaldo Carlos Paiva e Eliana Cagnani Leite Paiva.

À Elaine, Paulo e querida sobrinha Anna Carolina.

Ao meu sogro David Galdino Furtado

e a minha sogra Efigênia Rodrigues F. Furtado

Dedico

À Ana Maria Cagnani Leite

Ofereço

A minha esposa Elisângela, fonte de beleza e inspiração ...

Ofereço em especial

“Ah, como é doce seu sabor! Delicioso como milhares de beijos, mais doce que vinho moscatel! Eu preciso de café... Se alguém quiser me agradar, então que me sirva um pouco de café!...”.

Johann Sebastian Bach

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e em especial ao Departamento de Fitotecnia (DAG), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao “padrinho” e professor Dr. Rubens José Guimarães, pela amizade e confiança; e principalmente pela orientação que ultrapassou as barreiras do profissionalismo, fazendo parte de minha formação pessoal.

A professora. Dra. Myriane Stella Scalco, exemplo perfeito de pesquisadora, sendo acima de tudo uma amiga.

Ao professor Dr. Alberto Colombo pela imprescindível colaboração, exemplo de capacidade e inteligência.

Ao “padrinho” e professor Dr. Flávio Meira Borém, sempre disposto a ajudar; exemplo de profissionalismo e inteligência, e acima de tudo um amigo.

Ao Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes que sempre me apoiou nos trabalhos e que foi o responsável pelo início de minha carreira de pesquisador.

Aos pesquisadores Carlos A. Spaggari Souza e Gladyston Rodrigues Carvalho, companheiros e amigos, contribuintes para minha formação profissional.

Aos professores Samuel Pereira de Carvalho e Élberes Pereira Brotel pelos ensinamentos.

Aos professores, pesquisadores, funcionários, estagiários e colegas do Setor de Cafeicultura, pela amizade.

Ao amigo Edinaldo José Abraão, pelo apoio e incentivo profissional.

Aos colegas da pós-graduação Carlos Henrique, César, Deila, Fabio Dias, Roger, Haroldo, Alexandrino, Carlos Henrique (Pezinho), Sirlei, Juliana, Adriano, Vanderley, Paulo, Marcelo Malta, Márcio, Gilberto, Reni, Reginaldo, pela amizade.

A minha família, avós, avô, tios e tias que, produzindo café, contribuíram e sempre estarão contribuindo com meu sucesso profissional...

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1: Resultados da análise física do solo da área experimental, classificado como um latossolo vermelho escuro (LE). UFLA, Lavras/MG, 2006.....	18
TABELA 2: Resultados da análise química do solo da área experimental, classificado como um latossolo vermelho escuro (LE). UFLA, Lavras/MG, 2006.....	23
TABELA 3: Diferentes critérios de irrigação e densidades de plantios utilizados para o experimento. UFLA, Lavras/MG, 2006.....	25
TABELA 4: Períodos de chuva e seca determinados para análises de crescimento, Lavras/MG, UFLA, 2006.....	26
TABELA 5: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura de plantas, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.....	32
TABELA 6: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura de plantas, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.....	33
TABELA 7: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006	46
TABELA 8: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006...	46
TABELA 9: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de ramos, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006	59
TABELA 10: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de Ramos, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006	59
TABELA 11: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	79
TABELA 12: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	79

(Continua...)

TABELA 13:	Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	79
TABELA 14:	Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	80
TABELA 15:	Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	80
TABELA 16:	Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	80
TABELA 17:	Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	81
TABELA 18:	Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) em diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	81
TABELA 19:	Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	81
TABELA 20:	Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (<i>Coffea arábica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	82

(Continua...)

TABELA 21:	Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	82
TABELA 22:	Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	82
TABELA 23:	Valores médios de taxa de crescimento em Altura de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha ⁻¹ e 10000 plantas. ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	83
TABELA 24:	Valores médios de taxa de crescimento em Diâmetro de copa de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha ⁻¹ e 10000 plantas. ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	83
TABELA 25:	Valores médios de taxa de crescimento em Numero de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha ⁻¹ e 10000 plantas. ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	83
TABELA 26:	Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006...	84
TABELA 27:	Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006.....	84
TABELA 28:	Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de ramos plagiotrópicos, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006.....	85

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
FIGURA 01:	Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0 - 0,2 m, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	20
FIGURA 02:	Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0,20 a 0,40m, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	20
FIGURA 03:	Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0,40 a 0,60m, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	21
FIGURA 04:	Representação da curva da lâmina de água infiltrada obtida pelo método do infiltrômetro de anéis, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	22
FIGURA 05:	Armazenamento de água no solo, referentes aos anos de 2001 a 2005, Lavras/MG, UFLA, 2006.....	25
FIGURA 06:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 20 kPa na densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	86
FIGURA 07:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 60 kPa na densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	86
FIGURA 08:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 100 kPa na densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	87
FIGURA 09:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 140 kPa na densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	87
FIGURA 10:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 20 kPa na densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	88
FIGURA 11:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 60 kPa na densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	88
FIGURA 12:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 100 kPa na densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	89
FIGURA 13:	Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 140 kPa na densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	89
FIGURA 14:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	30

(Continua...)

FIGURA 15:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplântio), para a densidade 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	31
FIGURA 16:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos chuvosos, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	33
FIGURA 17:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos de seca, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	34
FIGURA 18:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente nos períodos chuvosos um e três dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	36
FIGURA 19:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140 kPa), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	37
FIGURA 20:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente nos períodos um e três de seca dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	38
FIGURA 21:	Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140 kPa), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	40
FIGURA 22:	Avaliação da taxa de crescimento em altura (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	42
FIGURA 23:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplântio), para a densidade 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	43

(Continua...)

FIGURA 24:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplântio), para a densidade 10000 plantas.ha ⁻¹ UFLA, Lavras/MG, 2006.....	44
FIGURA 25:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos chuvosos, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	47
FIGURA 26:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos de seca, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	48
FIGURA 27:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente no segundo período chuvosos dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	49
FIGURA 28:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	50
FIGURA 29:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	52
FIGURA 30:	Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	54
FIGURA 31:	Avaliação da taxa de crescimento em Diâmetro de copa (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006....	56
FIGURA 32:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplântio), para a densidade 2500 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	57
FIGURA 33:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplântio), para a densidade 10000 plantas.ha ⁻¹ , UFLA, Lavras/MG, 2006.....	58

(Continua...)

FIGURA 34:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos chuvosos, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	60
FIGURA 35:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes densidades 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ em quatro períodos de seca, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	51
FIGURA 36:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente para o segundo período chuvosos dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	62
FIGURA 37:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em três períodos de seca dentro da densidade de 2500 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	63
FIGURA 38:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro em diferentes tensões de (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente no quarto período chuvosos dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	64
FIGURA 39:	Crescimento em número de ramos do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras/MG, 2006.....	66
FIGURA 40:	Avaliação da taxa de crescimento em número de ramos (ramos/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha ⁻¹ e 10000 plantas.ha ⁻¹ , Lavras/MG, UFLA, 2006.....	67
FIGURA 41:	Dados climáticos de umidade relativa do ar (%), temperatura média (C°) e velocidade do vento (m/s), ocorridos no período 90 a 1620 DAT (dias após transplantio), nos anos de 2001 a 2005, UFLA, Lavras/MG, 2006.....	90

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 A cafeicultura no Brasil.....	4
2.2 A cafeicultura irrigada	5
2.3 Manejo da irrigação em lavouras cafeeiras.....	8
2.4 Densidades em cafeeiros.....	10
2.5 Crescimento e periodicidade de crescimento vegetativo do cafeeiro irrigado.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Caracterização geral do experimento.....	17
3.2 Análises físico-hídricas e químicas referentes ao solo.....	17
3.2.1 Análises físico-hídricas do solo.....	17
3.2.1.1 Classe textural.....	18
3.2.1.2 Curva característica.....	18
3.2.1.3 Determinação da infiltração de água pelo solo.....	21
3.2.2 Análises químicas do solo.....	23
3.3 Condução e tratos culturais.....	24
3.4 Tratamentos utilizados.....	25
3.5 Irrigação.....	26
3.6 Manejo da Irrigação.....	27
3.7 Delineamento experimental.....	27
3.8 Características avaliadas.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Dados da pluviosidade.....	29
4.2 Altura.....	29
4.3 Diâmetro de copa.....	42
4.4 Número de ramos plagiotrópicos.....	56
5 CONCLUSÕES	70
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
7 ANEXO	79

RESUMO

PAIVA, Leandro Carlos. **Periodicidade de crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação e duas densidades de plantio.** Lavras: UFLA, 2006, 90 p. (Tese Doutorado em Fitotecnia).*

Os cafeicultores brasileiros vêm necessitando a cada dia aumentar suas produtividades para sobreviver a um mercado cada vez mais competitivo. A periodicidade do crescimento vegetativo do cafeeiro está associada a diversos fatores como temperatura, fotoperíodo e irradiância, suprimento de água e nutrientes, mas, desde que a temperatura seja favorável o crescimento do cafeeiro pode ser alterado com o fornecimento de água. Devido à necessidade de novas pesquisas que forneçam fundamentos científicos para recomendação adequada da irrigação para o cafeeiro, é que este trabalho teve por objetivo analisar o crescimento vegetativo do cafeeiro (Rubi MG-1192) sob diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) em duas densidades de plantio (2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹) durante os quatro anos iniciais da lavoura (2001 a 2005), durante o período de seca e o período chuvoso do ciclo vegetativo da planta. As características avaliadas foram: altura de plantas, diâmetro da copa e número de ramos plagiotrópicos primários. Concluiu-se que o uso da irrigação, proporciona um maior crescimento, dentro das variáveis analisadas, nas duas densidades estudadas. Em tensões menores (de 20 e 60 kPa), durante os períodos secos do ano, observou-se maiores taxas de crescimento. Durante os períodos de chuva, não houve diferença no crescimento das plantas submetidas aos diferentes critérios de irrigação. Este fato indica que, durante os períodos de chuva, critérios de irrigação baseados em tensões maiores que 60 kPa são mais indicados, porque proporcionam maior economia de água e energia. As maiores taxas de crescimento para as variáveis altura e diâmetro de copa aconteceram nos períodos de chuva, para a variável número de ramos plagiotrópicos as maiores taxas de crescimento estiveram dentro do período seco para a densidade de 2500 planta.ha⁻¹, não havendo diferença de crescimento entre os períodos dentro da densidade de 10000 planta.ha⁻¹.

*Comitê Orientador: Prof. Dr. Rubens José Guimarães – UFLA (Orientador) e Prof. Dr. Alberto Colombo - UFLA.

ABSTRACT

PAIVA, Leandro Carlos. Vegetative growth periodicity of *Coffea arabica* L.) tree at different trigger irrigation tensions and two planting densities.. Lavras: UFLA, 2006. 90 p. (Doctorate Thesis in Crop Science)*

Brazilian coffee farmers are constantly in need of increasing their profits to survive to a market that is becoming even more competitive. The periodicity of coffee tree vegetative growth is associated with a number of factors, such as: temperature, photoperiod and irradiance, water and nutrients supply, and reproductive growth. If temperature is favorable, coffee tree growth may be affected by water supply. The need of new research studies providing scientific grounds for adequate coffee tree irrigation management was the motivation for this study, that was intended to analyze, at two planting densities (2500 plants.ha⁻¹ e 10000 plants.ha⁻¹), vegetative growth evolution of coffee tree (Rubi MG-1192) submitted to different irrigation trigger tensions (20, 60, 100, 140 kPa and without irrigation). For the crop first four years (2001 to 2005), vegetative growths observed at drought and rainy periods were compared. Evaluated growth parameters were: plant height, canopy diameter and number of primary plagiotropic branches. For both planting densities, as indicated by all evaluated growth parameters, irrigation provides higher vegetative growth. During dry periods, plant submitted to low irrigation trigger tension values (20 and 60 kPa) presented higher growth than plants submitted to higher irrigation trigger tension values. During rainy periods, there were no differences among vegetative growth of plants submitted to different irrigation criteria. This fact indicates that during rainy periods irrigation criteria based on soil water trigger tension values higher than 60 kPa are recommended, because they save more water and energy. Higher growth rates in plant height, and canopy diameter were observed during rainy periods and. For the 2500 plants.ha⁻¹ treatment, higher growth rate in plagiotropic branche number was observed during dry periods. For the 1000 plants.ha⁻¹ treatment, there were no differences on plagiotropic branches number growth rate during dry and rainy periods.

Guidance Committee: Prof. Dr. Rubens José Guimarães – UFLA (Major Professor) and Prof. Dr. Alberto Colombo - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Os cafeicultores brasileiros vêm necessitando a cada dia aumentar suas produtividades para sobreviver a um mercado cada vez mais competitivo internacionalmente. À semelhança do que ocorre com as demais atividades produtivas, as conseqüências da abertura do comércio ou da chamada globalização requerem para sua viabilização altas produtividades e baixos custos de produção, além de melhor qualidade do produto produzido. A região sul mineira é tradicionalmente produtora de café; a quase totalidade de suas lavouras são pertencentes a pequenos produtores com baixas produtividades, devido principalmente à falta de conhecimento das novas técnicas e a sua reduzida capacidade econômica, diferentemente de outras regiões como a região do cerrado, onde as lavouras são mais tecnificadas e possuem maior produtividade. Estas lavouras empregam técnicas de práticas agrícolas mais adequadas ao aumento da produtividade, sendo uma delas a irrigação.

Embora a média de produtividade em Minas Gerais ainda seja baixa, a utilização da irrigação parece favorecer o aumento desta. O interesse pela irrigação, mesmo em regiões consideradas aptas, era inimaginável há a cerca de dez anos. Depois de alguns trabalhos na região que evidenciaram o aumento na produção dos cafeeiros, o interesse foi crescendo gradualmente até se tornar um dos principais temas de pesquisa e que atualmente prova que os ganhos com essa técnica são expressivos.

A prática da irrigação só traz benefícios se feita de forma correta, minimizando os gastos com água, energia, equipamentos e outros elementos que constituem os principais fatores de aumento do custo.

Já existem métodos de manejo do controle de irrigação que podem, se usados de forma correta, ser eficientes para o controle de aplicação de água, de forma acessível ao produtor.

O correto manejo da irrigação vem sendo pesquisado nos últimos anos para a cafeicultura, mas ainda são insuficientes para atender as necessidades da mesma precisando de mais informações. O manejo da irrigação, para cafeeiros, através da tensão do solo é um desses assuntos que necessitam de mais informações para que o mesmo produza resultados satisfatórios. Poucos são os trabalhos que trazem soluções para essa técnica na cafeicultura, técnica essa que tem grandes vantagens ao produtor.

A densidade de plantio é outra técnica empregada pelos cafeicultores que se encaixa perfeitamente a algumas situações como pequena mão de obra, poucas áreas para plantio e a dificuldade para se usar certos tratamentos culturais levando os produtores a lançar mão da mesma, adensando seus cafezais. Atualmente a redução de densidade de plantio na cafeicultura acompanha uma tendência geral já adotada para a grande maioria das culturas lenhosas perenes.

O adensamento da lavoura afeta a resposta da cultura a irrigação, por afetar suas condições microclimáticas, de solo e condições da própria planta, como área foliar exposta, auto-sombreamento, área explorada pelas raízes e outros. Um exemplo que autores como Kumar (1979) e Rena et al. (1994) defendem é que nas condições de adensamento as plantas têm seu sistema radicular mais aprofundado melhorando seu balanço hídrico, além do que a temperatura do dossel e do solo é diminuída ocorrendo também um melhor controle das plantas daninhas que são prejudicadas pelo sombreamento das plantas do cafeeiro, beneficiando a produtividade.

O crescimento caracteriza-se por aumento de tamanho e/ou peso e tem caráter quantitativo. O termo desenvolvimento é mais abrangente e envolve todas as mudanças qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento)

experimentadas pela planta. Como o crescimento é avaliado em variações no tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida, este passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento. Do ponto de vista agrônomo, atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, a fim de selecioná-las.

A periodicidade do crescimento vegetativo do cafeeiro está associada a diversos fatores, como temperatura, fotoperíodo e irradiância, suprimento de água e nutrientes e crescimento reprodutivo, mas, desde que a temperatura seja favorável; o crescimento do cafeeiro pode ser alterado com o fornecimento de água (Maestri e Barros, 1977; Kumar, 1979; Rena et al., 1994).

Apesar de pesquisas em irrigação de cafeeiros e sua correta utilização (manejo), ainda serem poucos e inconsistentes, seus resultados necessitam, assim, de mais informações.

Devido à necessidade de novas pesquisas que fornecerão fundamentos científicos para recomendação adequada da irrigação para o cafeeiro, é que este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características de crescimento vegetativo do cafeeiro (Rubi MG-1192), não irrigado e irrigado sobre diferentes critérios (tensões), em períodos de seca e chuva em dois sistemas de adensamento, sistema adensado e convencional, durante os quatro anos iniciais da lavoura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cafeicultura no Brasil

O Brasil é o maior produtor mundial de café, tendo sido responsável na safra 2004/05 por 34,3% do total global. De acordo com a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, 2005) o país colheu 38,6 milhões de sacas (de 60 quilos) neste período. No mundo, foram produzidos 112,6 milhões de sacas, conforme dados da Organização Internacional do Café (OIC) (Anuário Brasileiro do Café, 2005 (a)).

O café é cultivado em 13 estados brasileiros, mas 95% da produção se concentram em apenas seis: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia. Na safra 2004/05, segundo dados também da CONAB (2005), a área ocupada com café somou 2,416 milhões de hectares, com 5,89 bilhões de pés. A atividade envolve 300 mil cafeicultores e emprega direta e indiretamente 8 milhões de pessoas.

Apesar do café estar presente em Minas Gerais desde o início do século XX, foi a partir de meados dos anos 80 que o estado começou a despontar como o maior produtor do Brasil. Na safra 2004/05, foram 18,7 milhões de sacas beneficiadas (48,6% do total brasileiro) onde o grande destaque fica com o Sul e com o Oeste de Minas, região que, sozinha, se destaca como a maior do mundo em produção (Anuário Brasileiro do Café, 2005 (b)).

2.2 A cafeicultura irrigada

O cafeeiro é hoje uma das principais culturas irrigadas do Brasil. Isto se deve a quase 200.000,00 ha de cafeeiros irrigados que ocupam cerca de 8% da sua área plantada, (EMBRAPA, 1999).

As áreas irrigadas se concentram no Norte do Espírito Santo, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (em Minas Gerais) e Oeste da Bahia. Segundo Mantovani (2000), a cafeicultura brasileira vem buscando sistemas altamente tecnificados, incorporando avanços técnicos e empresariais, dentre eles o uso da irrigação, que pode proporcionar menores riscos com veranicos, aplicação de insumos, maior produtividade e melhor qualidade do produto.

Mantovani & Soares (2003) mostram que é grande a implantação de projetos de irrigação em áreas consideradas aptas ou marginais à cafeicultura, como regiões do Sul e da Zona da Mata de Minas Gerais e diversas regiões do estado de São Paulo, que se deve à constatações como as de Alves (1999), que alerta para o aparecimento de estiagens prolongadas em períodos críticos da cultura podendo afetar a produção das lavouras mesmo em regiões climaticamente aptas para o cultivo de café, como é o caso do Sul de Minas Gerais. Esses veranicos não precisam ser longos para causarem prejuízos a cultura, dependendo dos dias em que se apresentam e de sua intensidade em termos de temperatura e umidade. Poucos dias de estiagem podem comprometer a produção, a exemplo os dias em que ocorre a antese (abertura das flores) que tem duração de três a sete dias. Outro período crítico, do qual não dependem muitos dias de veranico para ser ter prejuízo na produção, e o período de frutificação conhecido como “chumbinho”. Neste período, estresse hídricos podem acarretar a queda de muitos desse frutos. Esses veranicos já são constatados, a exemplo, segundo a CONAB, (2005), em São Paulo, na safra 2005/06, na fase inicial de desenvolvimento da cultura, o clima foi desfavorável,

ocasionando fraca florada com abortamento dos frutos. A partir de janeiro, as chuvas foram regulares, possibilitando uma maior granação nas lavouras. Na Bahia, na Região do Cerrado e Planalto, a estiagem e as altas temperaturas registradas no período de outubro a dezembro, época de floração, provocaram perdas na produtividade. Em Minas Gerais, na safra 2005/6, as condições climáticas foram favoráveis para a maior parte das lavouras de café, com exceção das áreas de cerrado onde a distribuição das chuvas foram irregulares, o que acabou por provocar atraso nas floradas, com abortamento de flores e chumbinhos, além da ocorrência de veranico no mês de fevereiro.

Já em períodos prolongados de seca e, conseqüentemente, aumento do déficit hídrico da planta, o cafeeiro começa a apresentar sintomas como murcha, desfolha, secamento dos ramos, morte das raízes e aparecimento de deficiências induzidas de nutrientes, tudo isso acarretando em decréscimo de produtividade, (Jordão et al., 1996).

Santinato et al. (1989a) e Santinato et al. (1989b) escrevem que a adoção da irrigação para o cafeeiro é bem aceita pelos produtores devido ao aumento substancial de produtividade. É que outros fatores contribuem com o sucesso do emprego do mesmo como o manejo da lavoura (em relação à nutrição), tratos culturais, fitossanitários e etc. Já com relação à própria irrigação, os principais fatores que afetam seu sucesso são principalmente tipos de sistema utilizado, manejo adequado da água e dimensionamento do sistema de irrigação.

Controlar adequadamente a aplicação de água é de grande importância para o sucesso da implantação de um sistema de irrigação em lavouras cafeeiras diminuindo assim o custo de água e energia (Moreira, 1992; Bernardo, 1998; Matiello et al., 2002(a)).

Faria & Rezende (1997) escrevem que não existem métodos de irrigação melhores para as condições fisiológicas da planta, e sim métodos que melhor se

adaptam às condições locais, como solo, topografia, clima, cultura, qualidade de água, fatores econômicos e determinadas influências externas e agronômicas.

A irrigação do cafeeiro tem sido realizada preferencialmente com o uso de sistemas pressurizados por aspersão ou localizados. Dentre os sistemas de irrigação existentes, destacam-se a irrigação por aspersão convencional, pivô central e o gotejamento.

A irrigação por aspersão convencional é um método de irrigação em que a água é aspergida sobre todo o terreno, assemelhando-se à chuva. É um sistema de manejo simples e de baixo custo, mais utilizado em pequenas e médias propriedades. As principais vantagens deste tipo de sistema são suas adaptabilidades a qualquer terreno, a menor exigência de qualidade na água e ao baixo custo para implantação por área. Como principal desvantagem podem-se destacar os altos custos em alguns casos com o bombeamento e a influência de certas condições climáticas (temperatura, umidade relativa e vento).

O sistema autopropelido apresenta restrições de uso dentro da cafeicultura quanto a consumo de água e energia, devido à utilização de aspersores de alta pressão, as perdas de carga na turbina de movimentação e na mangueira são grandes, além de apresentarem eficiência de irrigação da ordem de 70 a 80%.

O pivô central tem sido utilizado nas lavouras cafeeiras com destaque nas regiões do Triângulo e Alto Paranaíba em Minas Gerais, Norte do Espírito Santo e Oeste da Bahia. Este sistema irriga áreas superiores a 50 ha e apresenta custo competitivo, otimizando a utilização da mão-de-obra. Tal equipamento é recomendado para áreas planas e com boa capacidade de infiltração devido a possíveis escoamentos superficiais devido às altas taxas de aplicações ocasionados pelo pequeno alcance dos jatos, o uso de emissores tipo LEPA, que localizam mais a irrigação, diminuindo as perdas de água.

A irrigação por gotejamento tem grande aplicabilidade para o cafeeiro. Trata-se do sistema que melhor ajusta-se à cultura; normalmente é utilizada distribuindo a tubulação ao lado da linha de plantio sobre a superfície do solo. Santinato, Fernandes e Fernandes (199-) citam o sistema de gotejamento como o mais indicado para a cafeicultura irrigada. É um sistema que apresenta maior custo por unidade de área, porém apresenta como principais vantagens a economia de água, a mão-de-obra e a facilidade da fertirrigação. É um sistema que também exige filtragem da água para evitar o entupimento dos emissores. Os filtros são instalados no cabeçal de controle, onde também são instalados acessórios de controle de vazão e pressão, sistema de injeção de fertilizantes e outros acessórios de controle, quando assim for dimensionado (Mantovani, 2000).

2.3 Manejo da irrigação em lavouras cafeeiras

Uma série de fatores define qual é o sistema mais adequado para uma determinada situação de irrigação. O importante é que o cafeicultor disponha de uma oferta de métodos e marcas de equipamentos de irrigação. Um dos grandes problemas com que o cafeicultor se depara é como manejar seu sistema de irrigação. Dentro de uma visão localizada, o sistema de irrigação é visto como a implantação de uma série de medidas e procedimentos com vistas a responder duas perguntas básicas: quando e quanto irrigar?

Segundo Silva et al., (2000) a determinação da água necessária para uma cultura pode ser feita através de diferentes métodos, sendo os mais comuns:

- ✓ Método do turno de rega pré-calculado;
- ✓ Método do balanço de água no solo;
- ✓ Método da tensão de água do solo;

Carvalho (2004) escreve que “outros métodos, menos comuns, como medidas de potencial de água na folha (Crisosto et al., 1992), resistência estomática, transpiração (Ferreira et al., 1995) e o uso da termometria ao infravermelho na detecção do estresse hídrico (Costa & Steinmetz, 1995) também têm sido estudados como indicativos do estresse por água na planta e conseqüentemente como métodos alternativos para o controle da irrigação”.

De todos os métodos de controle da irrigação, os tensiômetros são os mais utilizados pela simplicidade e custo relativamente baixo, apesar da preferência de utilização, os tensiômetros têm como principal problema o de não serem recomendados em tensões superiores a 70 kPa. (Silva et al., 2000). Sendo assim, outras formas de controle são indicadas, entre elas a utilização de blocos porosos calibrados para cada condição específica de solo (Gomide, 1998).

Scalco et. al. 2003 (a), avaliando o crescimento vegetativo do cafeeiro (altura, diâmetro de copa, número de ramos plagiotrópicos e número de nós por ramo) ao final dos primeiro e segundo anos de plantio (13 meses e 25 meses de idade), que foi submetido a diferentes critérios para início das irrigações (-20kPa, -60kPa, -100kPa, -140kPa, manejo baseado no software SISDA3.5 e uma testemunha sem irrigação) em diferentes densidades de plantio (2.500, 3.333, 5.000, 10.000, 20.000, plantas por hectare), chegaram a resultados significativos entre critérios de irrigação e densidade de plantio para a altura de plantas. O cafeeiro apresentou um crescimento significativamente menor sem o uso de irrigação ao final dos primeiro e do segundo ano de plantio. Os maiores crescimentos foram verificados com uso de irrigações segundo manejo SISDA3.5 e início das irrigações na tensão de 20kPa. Os efeitos de densidade ao final dos primeiro e do segundo ano foram significativos para todas as características avaliadas. O diâmetro de copa e altura aumentaram com a elevação da densidade de plantas por área. O número de ramos plagiotrópicos/planta, ao final do segundo ano de plantio foi duas vezes maior

que ao final do primeiro ano, independente da densidade e do critério de irrigação utilizados.

Santana (2004) avaliou o crescimento das cultivares de café IAPAR-59 e Obatã, submetidas a cinco níveis de irrigação por gotejamento durante o primeiro ano de formação e estudou as formas de manejo da água do solo. Os cinco níveis de irrigação foram tensões de 20, 40 e 60 kPa determinadas com o auxílio de tensiômetros, Sistema Irriga plus® (2006), com tensão definida pelo próprio sensor e sem irrigação. As variáveis de crescimento avaliadas foram índice de área foliar, número de folhas, diâmetro do caule, altura de plantas e número de ramos plagiotrópicos. Aos 316 DAT, os tratamentos irrigados tiveram o mesmo comportamento de crescimento, mas foram significativamente maiores em relação ao tratamento não irrigado. O Sistema Irriga plus® (2006), mostrou ser uma opção para o manejo adequado da água com pouca manutenção. As cultivares IAPAR-59 e Obatã têm comportamentos de crescimento diferenciados, sendo que a Obatã foi superior à IAPAR-59, em todas as características avaliadas.

2.4 Densidades em cafeeiros

Segundo Bartholo, Melo e Mendes (1998), um dos fatores mais importantes que deve ser levado em consideração, para a implantação da cultura do cafeeiro, é o número de plantas por área bem como a disposição destas plantas dentro da área.

Até recentemente, a quase totalidade das lavouras de café no Brasil era implantada no sentido de se deixar a planta em “livre crescimento”, utilizando-se o sistema de plantio em covas ou em renque. Com a adoção de novas tecnologias, foram preconizados alguns sistemas de plantio com novos arranjos das plantas na área, com tendência às maiores populações de plantas ou ao

sistema adensado (Mendes e Guimarães, 1997). Entretanto, quando a densidade é muito alta em relação ao plantio tradicional ou adensado, devem ser feitos estudos mais detalhados. A adoção do livre crescimento em épocas passadas se dava pela disposição de áreas que as fazendas possuíam na época e pelo fato dos tratos culturais não exigirem um plantio em renque. Tal prática tornou-se necessária com o advento das implantações de pulverizações preventivas para ferrugem nas lavouras. O sistema de plantio adensado tem contribuído, de uma forma geral, para um aumento de população de plantas de quatro a cinco vezes maiores que o sistema convencional (Guimarães et. al., 2002).

Guimarães et. al. (2003) citam que o adensamento promove vantagens como a obtenção de altas produtividades em curto prazo, com conseqüente redução do custo de produção por saca de café. São vários os fatores que devem ser considerados na escolha da densidade da lavoura, como o tamanho da propriedade, a declividade do terreno, a disponibilidade do uso de máquinas e implementos para a aplicação dos tratos culturais e operações de pré e pós-colheita, a disponibilidade de mão-de-obra na região, a cultivar a ser plantada, o clima da região e a sua influência na maturação dos frutos, a ocorrência de pragas e doenças e o custo de formação. Já Bartholo et al. (1998) e Guimarães et. al., (2002), citam como fatores importantes, que devem ser levados em consideração (visando a obter um índice ótimo de área foliar que vai resultar num nível máximo de produtividade), o número de plantas por área bem como a disposição destas plantas. Trabalhos como o de Garcia et al. (2003) orientam o uso de adensamento na linha para as lavouras do tipo renque mecanizado ou adensado, aumentando a população de plantas por área.

De acordo com Matiello (1991), a população de plantas de cafeeiro, consideradas como sendo uma lavoura adensada, gira em torno de 5.000 a 10.000 plantas/ ha.

São muitos os trabalhos sobre adensamento de cafeeiro cuja maioria é voltada para trabalhos relacionados a tratos culturais, cultivares e condições ambientais, mas são quase inexistentes os trabalhos relacionados à irrigação.

Rena et al., (1994), citam que o adensamento altera a disponibilidade hídrica para a planta devido principalmente a três fatores: o sistema radicular dos plantios adensados tende a ser mais profundo, permitindo o melhor aproveitamento da água em maiores profundidades; o sombreamento mútuo faz com que as temperaturas foliares e as do solo sejam menores, o que resulta em menores taxas de transpiração e evaporação e há uma menor densidade de plantas invasoras, decorrente da baixa luminosidade, o que contribui para maior economia de água.

A correlação da irrigação por gotejamento e a densidade de plantas na produtividade e qualidade do café arábica foram estudadas por Gathaara, Kiara e Gitau (1993). Para as condições do experimento, a irrigação em densidades convencionais ($1.322 \text{ plantas.ha}^{-1}$) aumentou a produtividade de café limpo em 55,5%. Com o aumento da densidade de plantas, esses incrementos foram de 65,2 até 200,4% em relação à densidade convencional, dependendo do tipo de arranjo em que as plantas estavam dispostas.

Nacif (1997), trabalhando com a cultivar de café “Catuaí” em densidades de plantas de $2.222 \text{ plantas.ha}^{-1}$ ($3,0 \times 1,5$) até $13.333 \text{ plantas.ha}^{-1}$ ($1,5 \times 0,5\text{m}$), chegou à conclusão de que a altura de plantas foi maior com o aumento da idade e com o decréscimo da densidade, tanto entre plantas quanto entre linhas; o diâmetro da base da copa não sofreu influência significativa do adensamento das ruas até aos cinco anos de idade, mas, quando esse adensamento era entre as fileiras ele resultou em maiores diâmetros da copa de forma linear a partir dos 2,5 anos. Resultado similar foi encontrado por Sakai et al., (2001), ao avaliar a produção e crescimento de cafeeiros da cultivar Obatã enxertado em Apoatã em 5 espaçamentos, com e sem irrigação localizada.

Melo et al., (2003), em um experimento de diferentes cultivares de cafeeiro irrigado por gotejamento e em diferentes espaçamentos na linha de plantio (20, 40, 60, 80 e 100 cm), avaliaram aos 27 meses após plantio, características de altura de planta, número de internódios do ramo ortotrópico e diâmetros de copa, concluindo que, independente da cultivar, o aumento do espaçamento entre plantas na linha diminuiu o diâmetro de copa e a altura dos cafeeiros, sendo que não existe diferença entre o número de ramos.

Menores distâncias entre plantas, acarretam em uma menor produção por planta, diminuindo o stress da planta causado pela colheita. Em conseqüência, a produtividade tende a ser maior, diminuindo também a bienalidade do café (Matiello et al., 2002b).

Contrariando trabalhos que obtêm respostas em adensamentos de cafeeiros irrigados, Silva (2001), avaliando o crescimento de *Coffea arabica* L., cv. Acaiaí Cerrado MG 1474 em fase de formação, nos espaçamentos de 2,40 x 0,60 m; 3,00 x 0,60 m; 3,50 x 0,60 m e 4,00 x 0,60 m, utilizando dois regimes hídricos (com irrigação, quando o potencial de água no solo atingisse valores em torno de -40 kPa à profundidade de 10 cm, e sem irrigação) e avaliando parâmetros de crescimento da parte aérea aos 4, 6 e 8 meses após transplântio, chegou à conclusão de que até a última avaliação não houve efeito dos espaçamentos sobre os parâmetros estudados. Os tratamentos irrigados apresentaram médias de altura de planta e diâmetro da base do caule superior aos dos não-irrigados, os quais também reduziram o crescimento aos 8 meses após transplântio. Os ramos plagiotrópicos tiveram o comprimento e a massa seca e fresca reduzidas quando não-irrigadas e ambas as massas não apresentaram interação com os meses após o transplântio. A área foliar, por planta, apresentou maiores valores quando se utilizou a irrigação, evidenciando a tendência de a planta reduzir o crescimento da biomassa nos tratamentos não-irrigados que apresentaram maior redução aos 8 meses após o transplântio. A

área foliar específica evidenciou que as folhas crescidas em condições hídricas deficientes apresentaram menor expansão. A massa seca específica possibilitou concluir que as folhas dos tratamentos não-irrigados têm maior espessura e que esta também aumenta com o tempo.

“A associação do uso da irrigação e adensamento em cafeicultura merece estudos mais detalhados para as diferentes regiões, esses estudos são raros em outros países, e no Brasil, só recentemente estão sendo divulgados os primeiros resultados” (Carvalho, 2004).

2.5 Crescimento e periodicidade de crescimento vegetativo do cafeeiro irrigado

São vários os trabalhos relacionados ao crescimento de cafeeiros irrigados. Gervásio & Lima (1998) observaram efeito linear positivo de resposta para as características de nó de ramos plagiotrópicos, altura de plantas, comprimento de raízes e diâmetro de caule, em função do aumento das lâminas de irrigação aplicadas. Esses mesmos autores encontraram maior crescimento para maior quantidade de água aplicada (140% ECA).

Faria et al., (2001), trabalhando com valores variando de 0% a 100% de ECA, e Karasawa et al. (2001), com variações de 0% a 120%, encontraram efeitos semelhantes em seus experimentos, ou seja, quanto maior a lâmina aplicada maiores eram as respostas para as características avaliadas (altura, diâmetro da copa, número de ramos plagiotrópicos, comprimento e número de internódios dos ramos plagiotrópicos). Entretanto esses estudos não informam de maneira clara qual o melhor nível de irrigação.

A periodicidade do crescimento vegetativo do cafeeiro está associada a diversos fatores ambientais, como temperatura, fotoperíodo, irradiância, suprimento de água e de nutrientes e desenvolvimento reprodutivo (Sylvain,

(1958), citado por Silva (2000)). Como regra, desde que a temperatura seja favorável, o crescimento do cafeeiro exhibe periodicidade estreitamente associada à distribuição das chuvas (Maestri & Barros, 1977; Rena et al., 1994). Em certos casos, contudo, o reinício do crescimento ativo pode preceder ao início das chuvas, como ocorre no sul da Índia (Mayne, 1944, citado por Silva, 2000) e em Santa Tecla, El Salvador (Reeves & Villanova, 1948 citados por Silva, 2000), apesar dos surtos de crescimento serem mais marcantes no início da estação chuvosa. Por outro lado, em algumas regiões cafeeiras com chuvas regularmente distribuídas e temperatura do ar sem grandes flutuações, como na Costa Rica e na Colômbia, é provável que a sazonalidade do crescimento seja determinada por pequenas variações na intensidade da radiação solar (Alvim, (1964) citado por Silva, (2000)).

Barros & Maestri, (1974) escrevem que em Viçosa, Minas Gerais, a fase ativa do crescimento vegetativo do cafeeiro ocorre de setembro a março, período em que as temperaturas são relativamente altas, as chuvas são abundantes e os fotoperíodos são maiores; a fase quiescente, por sua vez, acompanha o período seco e frio e os fotoperíodos declinantes se estendem de março a setembro. No entanto, Mota et al., (1997) escrevem que a estiagem parece não ser o fator primário da regulação do ritmo de crescimento do café em Viçosa. Em face da irrigação, durante o período seco e frio, não alterar as taxas de crescimento. Barros & Maestri (1974) sugeriram, a princípio, que as diminuições no fotoperíodo iniciadas em meados de março, em Viçosa, poderiam estar envolvidas na redução do crescimento.

Gathaara & Kiara (1988), estudando o efeito de lâminas de água de 38, 76 e 100 mm aplicados em intervalos de 14, 21 e 28 dias em períodos secos de janeiro - março e julho - setembro, verificaram um aumento significativo na produtividade (43%) e melhores condições de crescimento em relação à cultura

não irrigada. Porém os diferentes tratamentos não influenciaram nestas características.

Amaral (1991) observou correlações altamente significativas entre o crescimento do cafeeiro e as temperaturas mínimas e médias, à medida que as menores taxas de crescimento coincidiram com as menores temperaturas; de modo oposto, a retomada do crescimento ativo, em início de setembro, ocorreu concomitantemente à elevação das temperaturas mínimas. Por outro lado, decréscimos temporários no crescimento, de janeiro a fevereiro, parecem estar associados às elevadas temperaturas e às fortes intensidades de radiação solar. De fato, temperaturas médias anuais abaixo de 16° C e superiores a 23° C mostraram-se inadequadas ao crescimento do espécie arábica, cuja faixa térmica é ótima. De acordo com Alègre (1959), citado por Rena e Maestri, (1986), varia de 18 °C a 21°C. Silva (2000), estudando a periodicidade do crescimento vegetativo das plantas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho), de outubro de 1998 a setembro de 1999, em Viçosa-MG, acompanhou, de modo geral, as curvas de temperatura. Uma das observações mostradas por ele é em relação às correlações significativas entre o crescimento de ramos e as médias de temperatura máxima durante o período quente e úmido e as médias de temperaturas médias e mínimas durante o período seco e frio.

Barros et al., (1997) escrevem que, apesar de estudos terem tentado relacionar o periodismo do crescimento do cafeeiro com fatores ambientais, as relações extraíveis desses estudos são, ordinariamente, circunstanciais. Em bases fisiológicas, o controle do início, da manutenção e do fim das fases de crescimento ativo e quiescente parece bastante complexo e pouco compreendido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização geral do experimento

O experimento foi instalado e conduzido em uma área localizada no campo experimental do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/MG. A área está situada a uma altitude de 910 m, a uma latitude sul de 21° 14' 00'', longitude oeste de 45° 00' 00''. A região apresenta clima tipo Cwa, de acordo com a classificação de Koppen (1970), sendo caracterizado por duas estações definidas: uma seca, de abril a setembro e outra chuvosa, de outubro a março. A temperatura anual média é de 19,4°C, a precipitação é de 1529,7mm e a umidade relativa é de 76,2% (Brasil, 1992).

3.2 Análises físico-hídricas e químicas referentes ao solo

A caracterização do solo é fator fundamental para trabalhos com irrigação, pois variações deste podem levar a conclusões diferenciadas. Assim optou-se pelas seguintes análises do solo da área experimental:

3.2.1 Análises físico-hídricas do solo

O solo foi analisado quanto as suas características físico-hídricas, a fim de dar suporte aos cálculos para se determinar a forma e o tempo correto da irrigação.

3.2.1.1 Classe textural

A classe textural do solo determinada para a área experimental é franco-argilosa, segundo o método de pipeta determinado no Laboratório de Solos, da Universidade Federal de Lavras. O solo foi classificado como latossolo vermelho escuro (LE) e as determinações de densidade do solo (DS), macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC) estão relacionadas na Tabela 1.

TABELA 1: Resultados da análise física do solo da área experimental, classificado como um latossolo vermelho escuro (LE). UFPA, Lavras/MG, 2006.

Camada (cm)	Análise textural			DS g/cm ³	MAC (%)	MIC (%)
	Areia	Silte	Argila			
0-20	27,0	20,0	53,0	1,2	14,37	85,63
20-40	23,0	9,0	68,0	1,1	30,91	69,09
40-60	23,0	9,0	68,0	0,9	48,22	51,78

DS = densidade do solo, MAC = macroporosidade, MIC = microporosidade.

3.2.1.2 Curva Característica

As curvas de retenção de água no solo foram elaboradas por secamento para quatro profundidades: 0 – 0,2; 0,2 – 0,4 e 0,4 – 0,6 m. Em cada intervalo de profundidade, foram coletadas amostras de solo, sendo amostras indeformadas para baixas tensões, variando de 2 a 10 kPa e amostras deformadas para tensões

mais elevadas variando de 33 a 1500 kPa. Para cada ponto da curva foram feitas três repetições.

O método usado foi o funil de placa porosa ou funil de Haines para as baixas tensões; a câmara de Richards, que consiste de em uma câmara construída para suportar altas pressões e uma placa porosa de cerâmica, onde podem ser utilizadas tensões de 33, 100, 500, 1000 e 1500 kPa.

Com os valores médios de potencial mátrico e respectiva umidade das três amostras, confeccionaram-se as quatro curvas de retenção para as profundidades em estudo. Estes valores foram ajustados ao modelo de Van Genuchten (1980), a partir da equação abaixo:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot \psi_m)^n\right]^m}$$

na qual:

θ = a umidade atual do solo, em $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$,

θ_r = a umidade residual que representa o valor de umidade para o ponto de murcha permanente $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$,

θ_s = a umidade de saturação, em $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$;

Ψ_m = o potencial matricial, em kPa;

α , n e m = parâmetros do solo.

As curvas de retenção de água no solo, nos intervalos de profundidade de 0,0 - 0,20; 0,20 - 0,40 e 0,40 - 0,60 m, são mostradas na Figuras 1, 2, e 3.

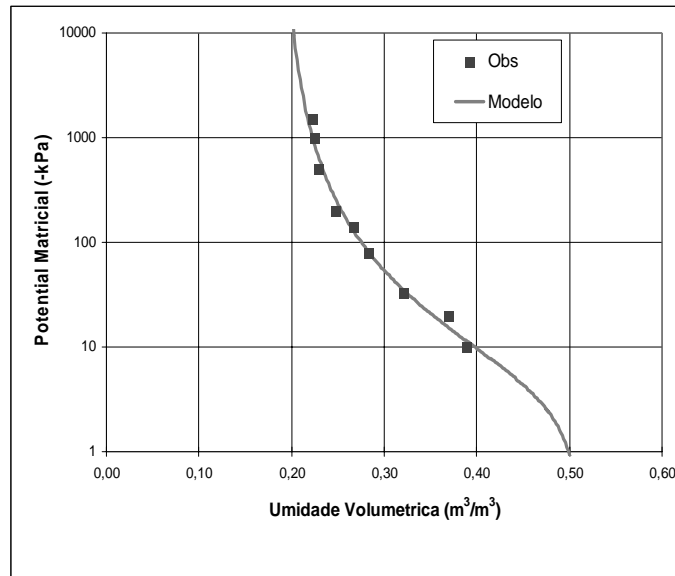


FIGURA 1: Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0 - 0,2 m, UFLA, Lavras/MG, 2006.

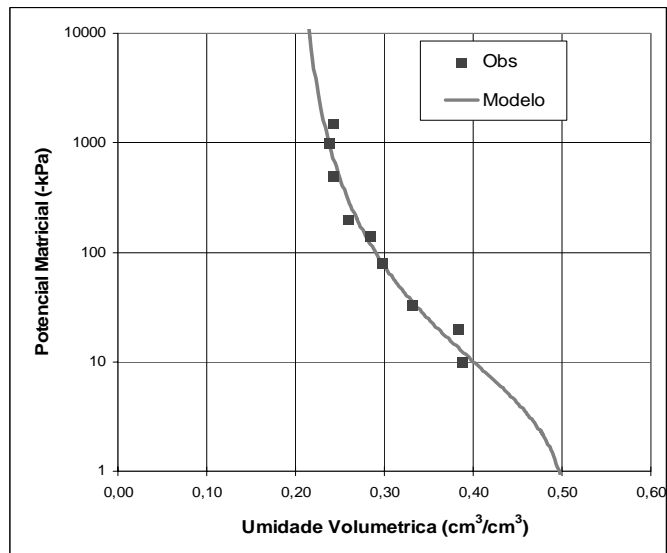


FIGURA 2: Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0,20 a 0,40m, UFLA, Lavras/MG, 2006.

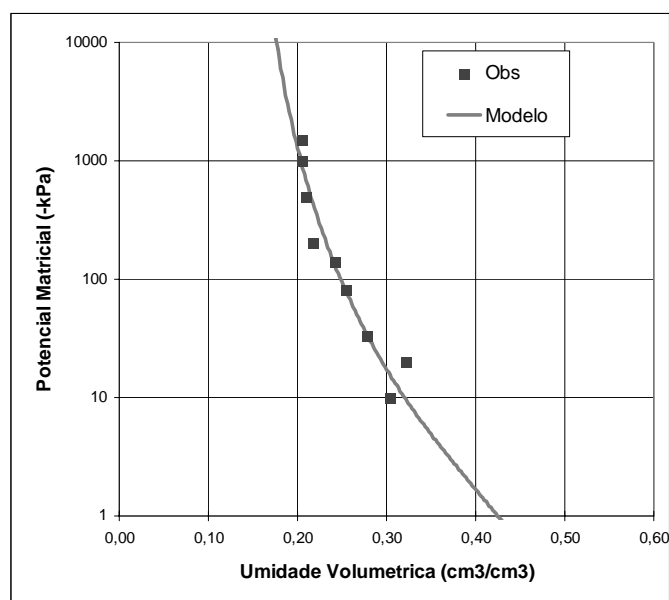


FIGURA 3: Curva de retenção de água no solo para a profundidade de 0,40 a 0,60m, UFLA, Lavras/MG, 2006.

Nas camadas avaliadas, os valores de umidade na capacidade de campo foram de 0,351; 0,382 e 0,393 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, respectivamente para as camadas de 0-20, 21-40 e 41-60 cm de profundidade.

3.2.1.3 Determinação da Infiltração de Água no Solo

Foi determinada a partir do método do cilindro infiltrômetro de anéis, instalado próximo da área, sendo a equação da infiltrabilidade (equação de Kostiakov) expressa por:

$$I = K \cdot T^m$$

Na qual:

I = lâmina de água acumulada infiltrada no solo, em cm;

K = constante do solo, em $\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$ que tem valor numérico igual a lâmina infiltrada ao final do primeiro minuto;

T = tempo transcorrido para infiltrar a lâmina de água, em min;

m = declividade da reta, determinada no local para cada tipo de solo, variando de $0 < m < 1$.

O gráfico da infiltração de água no solo determinado para o experimento está representado na Figura 4.

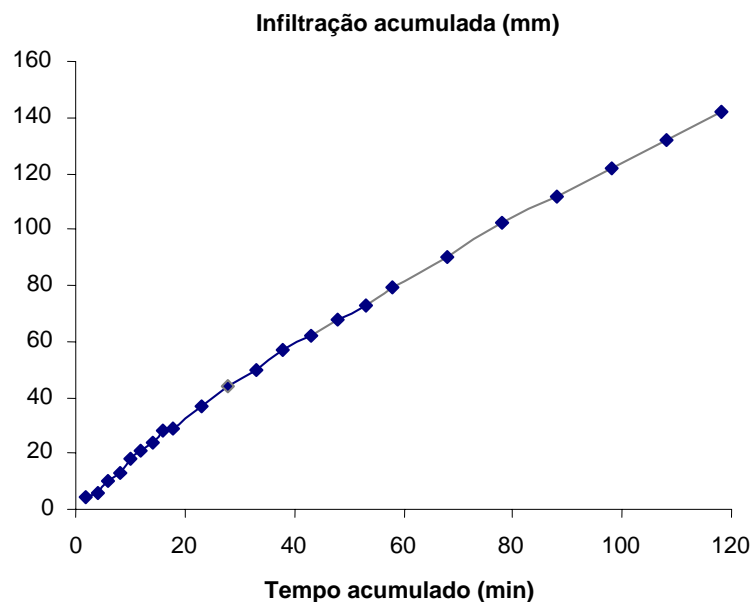


FIGURA 4. Representação da curva da lâmina de água infiltrada obtida pelo método do infiltrômetro de anéis, UFLA, Lavras/MG, 2006.

A velocidade de infiltração básica (VIB) determinada para o experimento foi de 60 mm h^{-1} . De acordo com Bernardo (1995), solos com

valores de VIB acima de 30 mm h⁻¹ classificam-se como de VIB muito alta, o que representa o solo analisado.

3.2.2 Análises químicas do solo

O solo da área experimental foi analisado quanto às suas características químicas apresentadas na Tabelas 2.

TABELA 2: Resultados da análise química do solo da área experimental, classificado como um latossolo vermelho escuro (LE). UFLA, Lavras/MG, 2006 ⁽¹⁾.

Características	Camada (cm)		
	0-20	20-40	40-60
pH em água (1:2,5)	5,8 AcM	5,2 AcM	4,9 AcM
P (mg/dm ³)	41,0 A	33,0 A	5,0 B
K (mg/dm ³)	62,0 M	42,0 B	33,0 B
Ca (cmolc/dm ³)	4,9 A	2,3 M	1,5 B
Mg (cmolc/dm ³)	2,1 A	1,1 A	0,7 M
Al (cmolc/dm ³)	0,0 B	0,3 M	0,6 M
H+Al (cmolc/dm ³)	4,0 M	6,3 A	6,3 A
S-sulfato(mg/dm ³)	97,3 A	161,8 A	201,0 A
Boro (mg/dm ³)	0,4 M	0,4 M	0,3 M
Zinco (mg/dm ³)	1,3 A	0,7 M	0,3 B
Cobre (mg/dm ³)	2,7 A	2,0 A	2,2 A
Mn (mg/dm ³)	2,2 M	1,5 M	1,0 B
Ferro (mg/dm ³)	36,9 A	35,3 A	20,8 A
S. B. (cmolc/dm ³)	7,2 A	3,5 M	2,3 M
t (cmolc/dm ³)	7,2 A	3,8 M	2,9 M
T (cmolc/dm ³)	11,2 A	9,8 M	8,6 M
m (%)	0,0 B	7,9 B	20,8 M
V (%)	64,2 M	35,5 B	26,6 B
M. O. (dag/kg)	3,5 A	2,7 M	2,2 M

⁽¹⁾ Análises realizadas no Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da UFLA. AcE = acidez elevada, AcM = acidez média, AcF = acidez fraca, A = alto teor, M = médio teor, B = baixo teor (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999). S = soma de bases, t = C. T. C. efetiva, T = C.T.C. a pH 7, 0, m = saturação por alumínio, V = saturação por bases, M.O. = matéria orgânica (Tomé Jr., 1997).

3.3 Condução e tratos culturais

Os tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendação, durante o desenvolvimento da cultura. A lavoura foi mantida livre de plantas daninhas através da associação de métodos de manejo (químico e cultural) durante as diferentes fases da cultura. O tratamento fitossanitário também foi feito conforme a necessidade da cultura. As determinações da calagem, da adubação e o fornecimento de micronutrientes via foliar necessários foram realizados de acordo com análise de solo e folhas e foram baseados nas recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação, (Ribeiro, et al. 1999).

3.4 Tratamentos utilizados

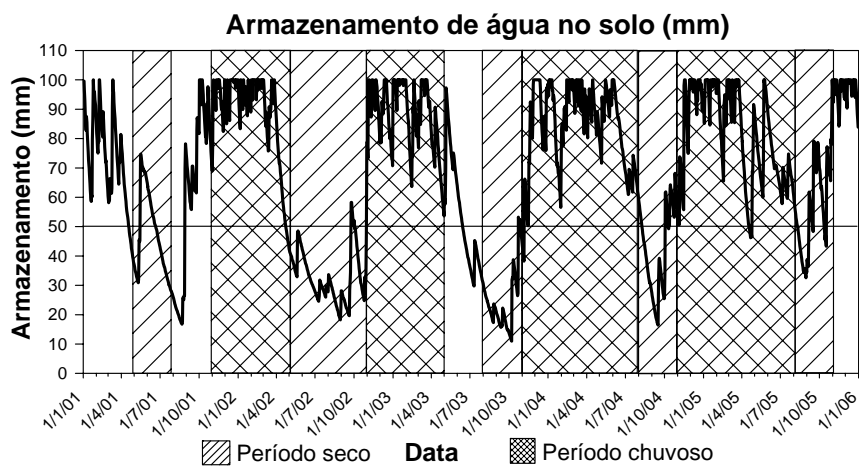
Os tratamentos para manejo da irrigação constaram do uso de duas tensões para o início das irrigações, representando condições de maior umidade do solo com irrigações mais frequentes de 20kPa e 60kPa, que foram monitoradas por tensiômetros e duas tensões representando condições de menor umidade do solo com irrigações menos frequentes de 100 e 140kPa, monitoradas por blocos porosos de gesso resinado. Também utilizou-se um tratamento como testemunha sem o uso de irrigação. Os tratamentos de densidade de plantio constaram das densidades de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4,0 metros entre linhas e 1,0 metro entre plantas na linha e 10000 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 2,0 metros entre linhas e 0,5 metro entre plantas na linha, (Tabela 3).

TABELA 3: Diferentes critérios de irrigação e densidades de plantios utilizados para o experimento. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Critérios de irrigação (25cm de profundidade)	Densidade de plantio (plantas.ha-1)
T0= sem irrigação	
T1= irrigação a 20kPa	
T2= irrigação a 60kPa	2.500
T3= irrigação a 100 kPa	(4,0 x 1,0m)
T4= irrigação a 140 kPa	
T0= sem irrigação	
T1= irrigação a 20kPa	
T2= irrigação a 60kPa	10.000
T3= irrigação a 100 kPa	(2,0 x 0,5m)
T4= irrigação a 140 kPa	

Através do armazenamento de água no solo, Figura 5, calculado segundo Pereira (1997), foram determinados os períodos considerados chuvosos e secos, sendo os períodos chuvosos aqueles períodos em que o armazenamento ficou acima 50 mm e o período seco abaixo de 50 mm.

FIGURA 5: Armazenamento de água no solo, referentes aos anos de 2001 a 2005, Lavras/MG , UFLA, 2006.



O gráfico estipulou um limite para o armazenamento do solo de 100 mm por considerar que acima desse valor ocorreria percolamento no solo sem ser aproveitado pela planta.

As análises de crescimento foram feitas nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de cada ano, as taxas de crescimento de cada período (chuvoso ou seco) foram determinadas através dos dados de crescimento tomados nestes meses dentro dos períodos. Na tabela 4, nota-se como ficaram divididos esses períodos, sendo esses períodos usados para se determinar a taxa de crescimento da planta, que foi calculada através da diferença entre o crescimento dentro do período sobre o tempo correspondente.

$$\text{Taxa de crescimento} = (\text{Crescimento final} - \text{Crescimento inicial}) / \text{tempo}$$

TABELA 4: Períodos de chuva e seca determinados para análises de crescimento, Lavras/MG , UFLA, 2006.

Fases	Data
Seca 1	Maió/2001 a Agosto/2001
Chuva 1	Novembro/2001 a Maio/2002
Seca 2	Maió/2002 a Novembro/2002
Chuva 2	Novembro/2002 a Maio/2003
Seca 3	Agosto/2003 a Novembro/2003
Chuva 3	Novembro/2003 a Agosto/2004
Seca 4	Agosto/2004 a Novembro/2004
Chuva 4	Novembro/2004 a Agosto/2005
Seca 5	Agosto/2005 a Novembro/2005

3.5 Irrigação

O sistema de irrigação constou de uma unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC, PN80 e linhas de derivação de PVC, PN 40, gotejadores

(vazão de 3,75 litros/hora) e registros. A irrigação de cada sub-parcela foi controlada através de registros instalados nas linhas referentes a cada tratamento. A pluviosidade ocorrida juntamente com as irrigações são mostradas nas Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 em anexo.

3.6 Manejo da irrigação

Os tensiômetros e os blocos porosos foram instalados às profundidades de 10, 25, 40 e 60 cm nas linhas de plantas em duas repetições de cada tratamento. A irrigação de cada sub-parcela ocorreu quando a leitura média de tensão de água à profundidade de 25cm indicou a tensão de irrigação relativa àquele tratamento. A descrição, princípios de funcionamento, forma de utilização dos tensiômetros são relatados por Gomide (1998) e Silveira & Stone (1994) e dos blocos porosos por Gomide (1998).

Os dados climáticos e de precipitação foram monitorados diariamente através de uma estação automática μ Metos®, localizada na área do experimento; Figura 41 em anexo.

3.7 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se o esquema de parcela subdividida sendo a parcela composta pelas densidades de plantio e a sub-parcela pelas tensões de irrigação, perfazendo um total de 10 tratamentos. Foram utilizadas 10 plantas para cada tensão de irrigação (sub-parcela), sendo 8 plantas úteis. Nas bordas, superior e inferior de cada parcela (densidade de plantio), foi utilizada uma linha de plantas como bordadura, que receberam os mesmos tratamentos em cada sub-

parcela. O total de plantas na área experimental foi de 480 plantas. Os dados foram avaliados pelo software SISVAR 4.6 sendo submetidos ao teste de Scott Knott (1974), ao nível de 5% de significância.

Três meses após o plantio, iniciaram-se avaliações trimestrais até os 1620 dias após o transplântio das mudas (DAT).

3.8 Características avaliadas

Altura de plantas: foi medida a cada três meses ao longo de todo o período de avaliações. As medidas foram realizadas da base do caule (superfície do solo) até a extremidade apical do caule, com auxílio de régua graduada, nas oito plantas de cada sub-parcela.

Diâmetro da copa: foi medido a cada três meses durante todo o período de avaliações. As medidas foram tomadas no sentido transversal à linha de plantio, considerando-se a extensão do ramo de maior dimensão, com auxílio de régua graduada, nas oito plantas de cada sub-parcela.

Número de ramos plagiotrópicos primários: foram contados os ramos plagiotrópicos do ramo ortotrópico central a cada trimestre durante todo o período de avaliações, nas três plantas de cada sub-parcela.

Os resultados de crescimento serão discutidos através das análises dos crescimentos mensais nas três variáveis analisadas (altura, diâmetro de copa e número de ramos) em cada um dos períodos de chuva e seca analisados ao longo dos 4 primeiros anos da cultura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados de pluviosidade

Quando observamos os gráficos de pluviosidade, Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 em anexo, nota-se que as chuvas ao longo desses quatro anos estudados (2001 a 2005) não obedeceram aos períodos definidos pela literatura (Barros & Maestri, (1974), Amaral (1991) e Silva, 2000), como período chuvoso de setembro a março e março a agosto como período seco. No ano de 2001 o período chuvoso (entende-se como este período aquele em que ocorreu uma frequência maior de chuvas) iniciou-se em agosto e terminando mais cedo, em fevereiro. Durante os outros anos, esse mesmo período chuvoso foi mais longo, começando com algumas chuvas em setembro e só terminando em maio, mostrando assim uma maior distribuição das chuvas nesses anos.

Quanto ao período seco, para o experimento convencionou-se estabelecê-lo como o período em que realmente essas chuvas eram bem escassas (não ocorreram chuvas no período ou essas foram muito poucas para interferir na capacidade de armazenamento de água do solo, usou-se como referência para esse experimento um armazenamento de água no solo inferior a 50 mm). Esses períodos corresponderam aos meses de maio a agosto dos anos estudados.

4.2 Altura

Na Figura 14, nota-se o crescimento, apresentado pelas plantas de café em altura, nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos, na densidade de 2500 plantas por ha.

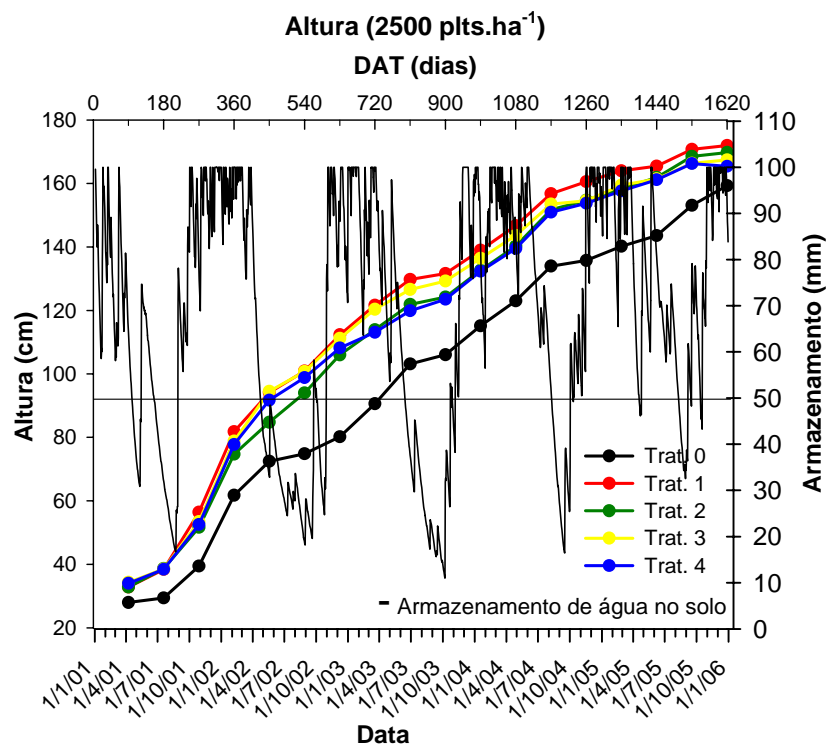


FIGURA 14: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 2500 plantas.ha⁻¹, juntamente com o armazenamento de água do solo (mm), Lavras/MG, UFLA, 2006.

Com os resultados apresentados na Figura 13, podemos observar uma melhor resposta dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado.

A Figura 15 mostra o crescimento, apresentado pelas plantas de cafeeiro em altura, nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos, dentro da densidade de 10000 plantas por ha.

Nas Figuras 14 e 15, nota-se que os tratamentos que recebem irrigação apresentam maior tendência de crescimento com relação ao tratamento não irrigado.

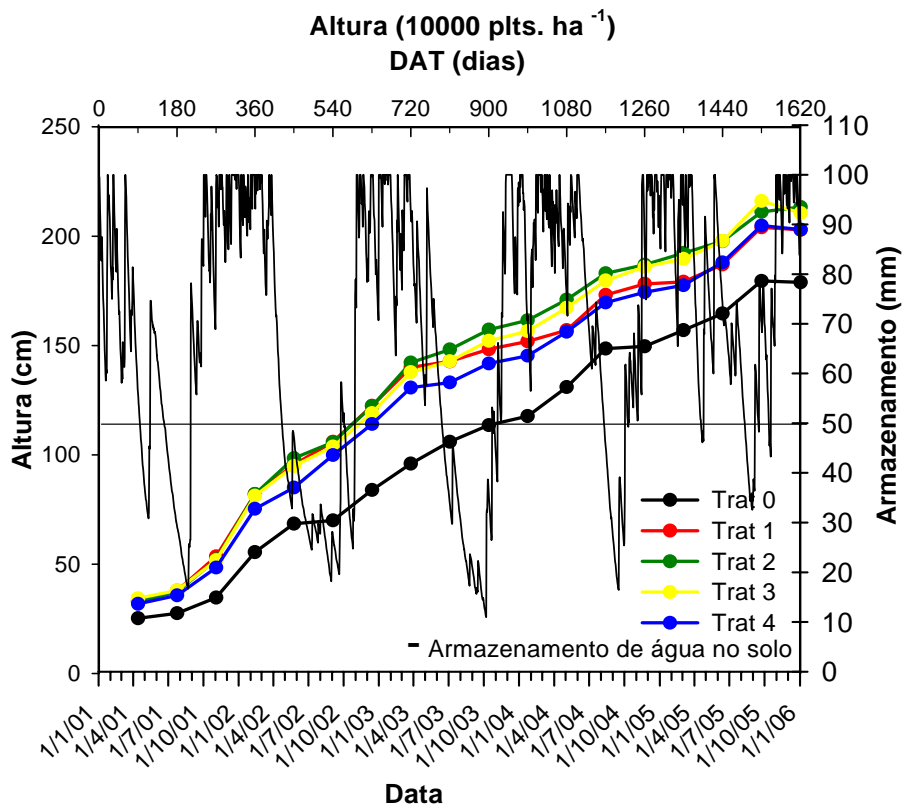


FIGURA 15: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 kPa e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 10000 plantas.ha⁻¹, juntamente com o armazenamento de água do solo (mm), Lavras/MG, UFLA, 2006.

Nestas mesmas figuras, observa-se que o crescimento do cafeeiro é diferente ao longo do ano, ora apresentando crescimentos mais acentuados ora apresentando crescimentos menores ou se estabilizando. As fases do ano em que esses crescimentos são maiores coincidiram com maiores quantidades de água armazenadas no solo em determinados períodos do ano, já os períodos em que o armazenamento foi superior a 50 mm foram diferentes ao longo dos quatro anos estudados, normalmente dentro do período de setembro a março. As fases de

menor crescimento coincidiram justamente com os períodos de menores armazenamentos de água no solo. Nesta fase as plantas possivelmente não encontram condição necessária ao crescimento, principalmente quanto a água, mais evidente nos tratamentos sem irrigação e o fotoperíodo. Através da irrigação, contornaram-se esses déficits da planta, que são explicados através do maior crescimento em altura dessas plantas irrigadas em comparação com as não irrigadas.

Os resultados encontrados, na Tabela 5 e 6, evidenciam que para os dois níveis de densidade em conjunto com os níveis de tensão, foram significativamente diferentes entre os períodos estudados nas fontes de variação observadas. Somente para a fonte de variação Tratamento, estudada para os períodos de seca, é que se obteve diferença estatística ($p < 0,01$) em todos os períodos estudados. Scalco et.al. (2002), estudando diferentes densidades de plantio em diferentes critérios de irrigação, também obtiveram efeitos significativos sobre a densidade plantio em cafeeiros.

TABELA 5: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura de plantas, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4
Densidade	1	0,574321 ^{n.s.}	12,357657 ^{**}	2,011971 ^{n.s.}	78,685860 ^{**}
Erro 1	6	0,416335	0,429207	0,362512	1,240539
Tratamento	4	6,652432 ^{**}	1,018012 ^{n.s.}	2,346946 ^{**}	0,906060 ^{n.s.}
Densidade*Trat.	4	1,268312 [*]	0,407700 ^{n.s.}	0,328591 ^{n.s.}	0,391651 ^{n.s.}
Erro 2	24	0,384229	0,448815	0,120366	0,388939
CV 1 (%)		9,97	21,09	19,64	45,23
CV 2 (%)		9,58	21,57	11,32	25,33
Media geral		6,469	3,105	3,065	2,462

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

TABELA 6: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura de plantas, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Seca 1	Seca 2	Seca 3	Seca 4
Densidade	1	0,237314 ^{n.s.}	0,380445 ^{n.s.}	21,468110 ^{**}	0,008851 ^{n.s.}
Erro 1	6	0,078505	0,088814	0,011729	0,169916
Tratamento	4	1,609322 ^{**}	8,286804 ^{**}	2,567387 ^{**}	1,984806 ^{**}
Densidade*Trat.	4	0,161986 ^{n.s.}	0,304209 ^{n.s.}	0,493692 ^{**}	0,164598 ^{n.s.}
Erro 2	24	0,060330	0,262642	0,015266	0,126011
CV 1 (%)		20,75	13,21	6,18	32,74
CV 2 (%)		18,19	22,72	7,05	28,19
Media geral		1,350	2,255	1,752	1,259

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

Dentro da fonte de variação estudada para Densidade, os efeitos foram diferentes entre os períodos de chuva estudados, (Figura 16).

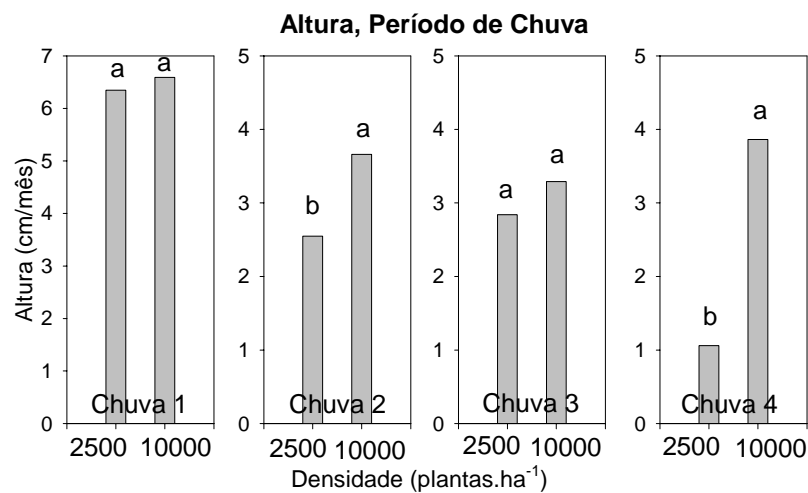


FIGURA 16: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos chuvosos, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Observa-se que, apesar do primeiro e terceiro períodos de chuva, não apresentaram diferença significativa entre os densidades 10000 plantas.ha⁻¹ e 2500 plantas.ha⁻¹. E para segundo e quarto período de chuva o adensamento de 10000 plantas.ha⁻¹ foi superior significativamente (p<0,01) do que o adensamento de 2500 plantas.ha⁻¹.

Quando se analisa os quatro períodos de seca, dentro da fonte de variação Densidade, observa-se que os dois primeiros períodos e o quarto período, em crescimento mensal em altura, não foram diferentes significativamente. E no terceiro período, o densidade de 10000 plantas.ha⁻¹ tem um melhor crescimento do que o de 2500 plantas.ha⁻¹, sendo então diferentes estatisticamente (p<0,01) entre eles, (Figura 17).

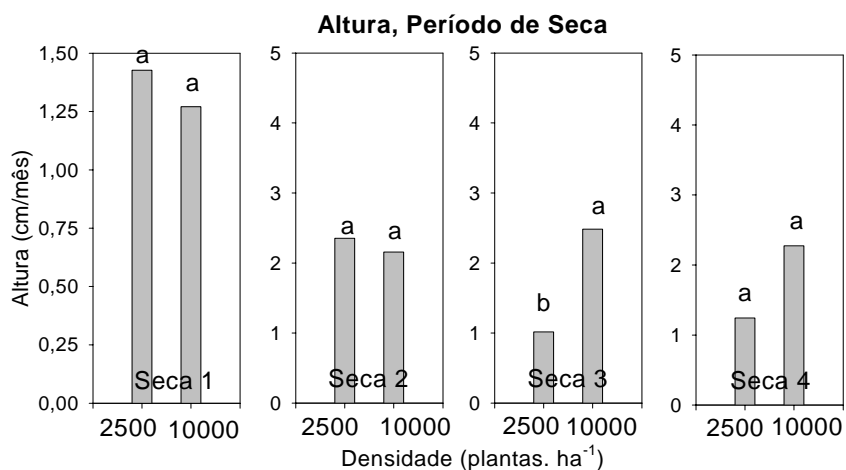


FIGURA 17: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos de seca, Lavras/MG, UFLA, 2006.

O fato dessa diferença nos dois últimos anos estudados deve-se ao seu crescimento dos plantios adensados interferir no microclima da parcela estudada, influenciando de forma positiva seu crescimento, nesta densidade. Durante os

últimos dois períodos de seca, resultados semelhantes foram encontrados por Nacif (1997) e Rena et al (1998). Foi constatada uma maior conservação da umidade do solo devido, principalmente, ao recobrimento e proteção do solo pelos ramos da própria planta, tal crescimento nos espaçamentos de maiores densidades se devem também a maior competição por luz em que as plantas estão submetidas. E essa competição faz com que as mesmas tenham um maior crescimento a fim de compensar a falta da luz (Rena, 1998).

Analisando separadamente a influência das tensões de irrigação dentro de cada período chuvoso e seco encontrado pelas duas densidades, têm-se seus resultados apresentados nas Figuras 18, 19, 20, 21. As barras achuriadas representam o volume de água aplicado nas diferentes tensões em litros por metro. Tal observação se faz necessária, a fim de mostrar a diferença no volume de água aplicadas entre os diferentes critérios de irrigação.

A Figura 18, mostra os períodos de chuva 1 e 3, que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os critérios de irrigação; já para os demais períodos de chuva não houve diferença entre si. Os tratamentos 20 kPa, 100 kPa e 140 kPa do período de chuva não se diferenciaram, se diferenciando de 60 kPa e sem irrigação que não se diferenciaram entre si. Esses critérios de irrigação foram inferiores ao melhor critério (20 kPa) em 14 e 38%, respectivamente. Para o período de chuva três somente sem irrigação se diferenciaram dos demais critérios e irrigação. Esse tratamento sem irrigação foi de 35 a 50% inferior ao melhor critério do período (60 kPa). Os demais períodos em que não houve diferença entre os tratamentos, mostram que para esses períodos de chuva, dentro das condições experimentais e efeitos climáticos, a irrigação não proporcionou superioridade.

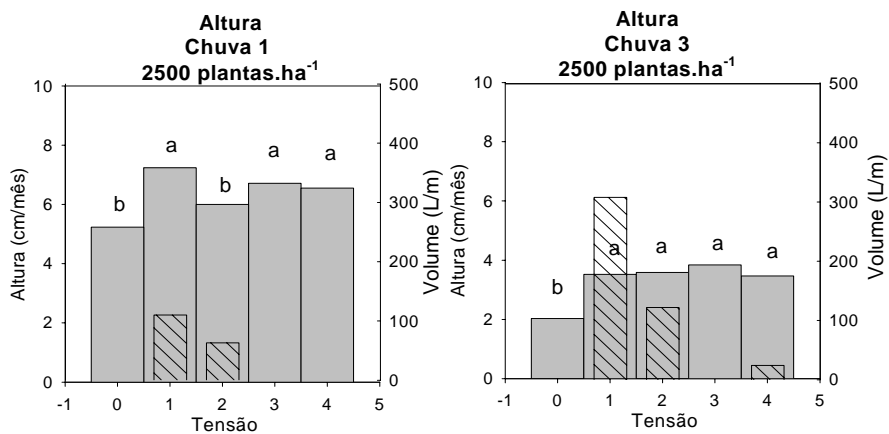


FIGURA 18: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente nos períodos chuvosos um e três dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Os volumes de água aplicados foram diferentes entre os períodos estudados e entre as tensões estudadas, mostrando as diferentes necessidades ao longo dos anos e também as diferentes necessidades entre os tratamentos. De uma forma geral, os crescimentos obedeceram a um aumento com a aplicação de água.

Ainda sobre a altura, para os quatro períodos de seca estudados houve diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 19).

Para o primeiro período, o tratamento de 20 kPa 60 kPa não se diferenciou estatisticamente, o mesmo aconteceu nos tratamentos de 100 kPa e 140 kPa que se diferenciaram dos primeiros. Já o tratamento sem irrigação foi inferior aos demais se diferenciando estatisticamente deles. Também, o tratamento sem irrigação foi inferior ao melhor tratamento em 320%, em se tratando de taxa de crescimento em altura.

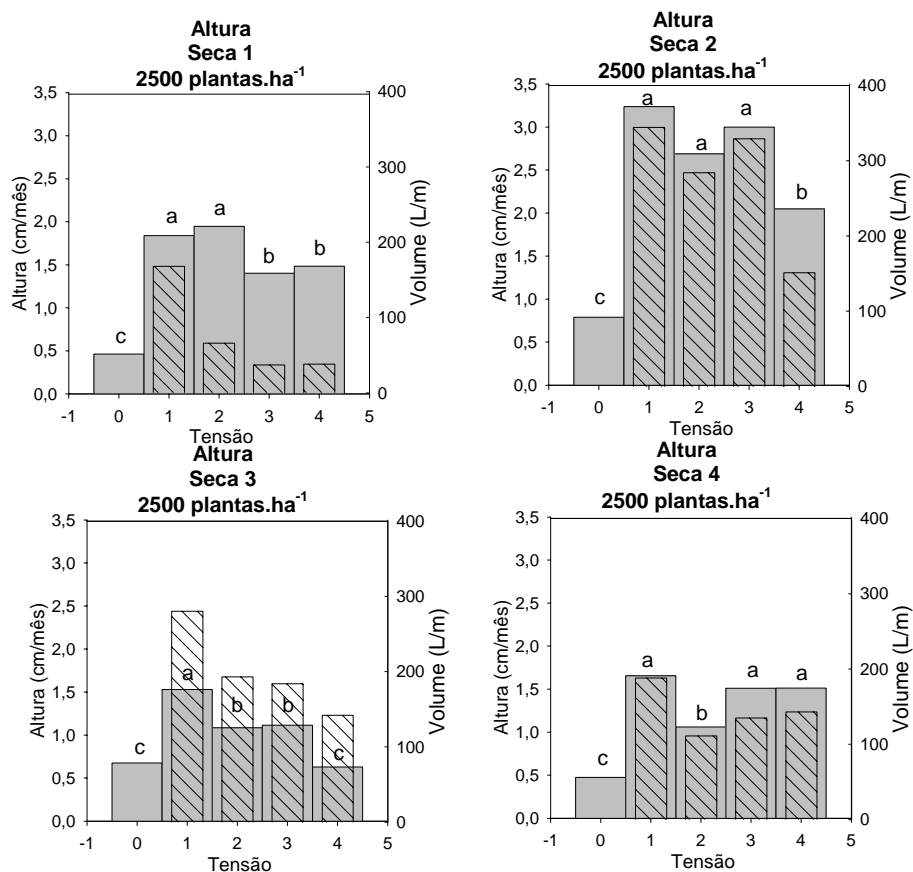


FIGURA 19: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

No segundo período, os tratamentos de 20 kPa, 60 kPa, 100 kPa não se diferiram, mas se diferiram de 140 kPa, que é diferente de sem irrigação, (Figura 19). O tratamento sem irrigação foi 309% inferior ao melhor tratamento (20 kPa).

O terceiro período tem o tratamento de 20 kPa, deferindo-se de 60 kPa e 100 kPa, que não se diferiram entre si. Assim como 140 kPa e sem irrigação

também não se diferiram entre si e se diferiram dos demais, Figura 19. O tratamento 20 kPa foi 134% superior ao tratamento não irrigado.

O quarto período tem o tratamento de 20 kPa e não se diferiu estatisticamente de 100 kPa e 140 kPa, sendo diferente de 60 kPa, que se diferenciou de sem irrigação. Tal resultado é explicado pelas lâminas aplicadas, que no caso dos tratamentos de 100 kPa e 140 kPa, foram superiores a 60 kPa, mas não superior a 20 kPa, mostrando que uma aplicação maior de água, proporcionou maior taxa de crescimento em altura dos cafeeiros (Figura 19). Esses três tratamentos superiores, que não se diferenciaram, foram de 218 a 249% superiores ao tratamento sem irrigação.

De uma forma geral, para os períodos secos, o aumento da lâmina de irrigação mostra uma tendência de aumento na taxa de crescimento em altura. Esse aumento é da ordem de 134 a 320%.

Na Figura 20, estudou-se o crescimento, em altura (cm) do cafeeiro, nas diferentes tensões e sem irrigação, nos quatro períodos chuvosos estudados dentro do densidade de 10000 plantas por ha.

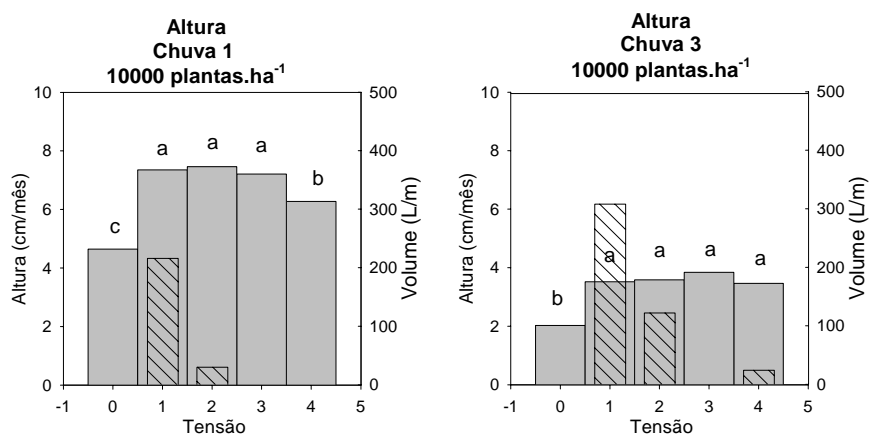


FIGURA 20: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente nos períodos um e três de seca dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para o primeiro período chuvoso, houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos irrigados e sem irrigação. Mas os tratamentos de 20 kPa, 60 kPa e 100 kPa não se diferenciaram entre si se diferenciando de 140 kPa que se diferenciou de sem irrigação. Os melhores tratamentos foram de 55 a 60% superiores ao tratamento sem irrigação. Para os períodos de chuva 2 e 4 não houve diferença entre as tensões e para o tratamento sem irrigação.

Para o período de chuva 3, somente o tratamento sem irrigação se diferenciou dos demais, que não se diferenciaram entre si, sendo estes tratamentos de 70 a 89% superior ao tratamento sem irrigação. Isso mostra que também para esses períodos de chuva dentro das condições experimentais adotadas a irrigação proporcionou superioridade ao tratamento sem irrigação, mas entre os tratamentos irrigados não houve diferença entre eles.

Dentro de altura, para os quatro períodos de seca estudados, houve diferença estatística significativa ($p < 0,01$) entre as tensões estudadas e entre o tratamento sem irrigação, Figura 21.

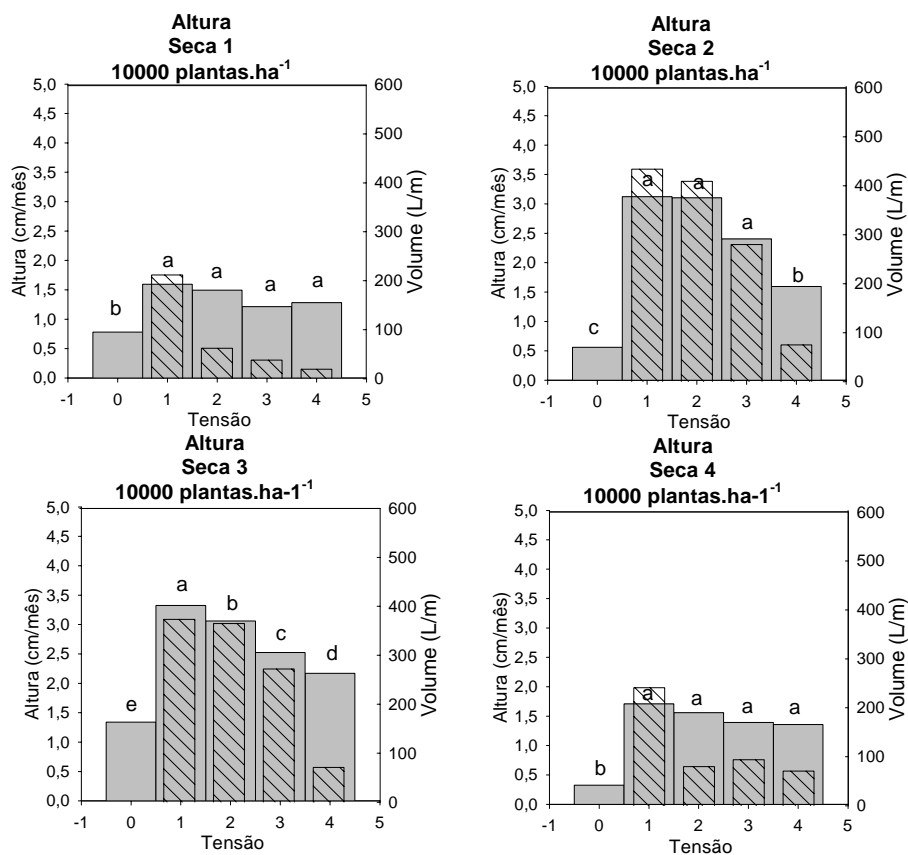


FIGURA 21: Crescimento em altura (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para o primeiro período, os tratamentos irrigados acompanharam a aplicação das lâminas de irrigação, sendo que os tratamentos 20 kPa, 60 kPa, 100 kPa e 140 kPa não se diferiram entre si e se diferiram de sem irrigação, que foi de 55 a 103% inferior aos tratamentos irrigados.

No segundo período, os tratamentos de 20 kPa, 60 kPa, 100 kPa não se diferiram, mas se diferiram de 140 kPa, que é diferente estatisticamente de sem irrigação. Os melhores tratamentos irrigados (20 kPa, 60 kPa e 100 kPa) foram

de 329 a 456% superiores em taxa de crescimento em altura do que sem irrigação.

No terceiro período, todos os tratamentos foram diferentes entre si. O tratamento de 20 kPa foi superior aos demais, seguido de 60 kPa, 100 kPa, 140 kPa e sem irrigação. Já tratamento de 20 kPa foi 148% superior a sem irrigação.

No quarto período, os tratamentos irrigados foram superiores a sem irrigação de 320 a 428%, não se diferenciando entre eles.

Para esses períodos de seca, nessa densidade de 10000 plantas por ha, ficou mais evidente a influência das lâminas aplicadas em relação ao crescimento do cafeeiro, que foi maior à medida que se aumentava a lâmina. As taxas de crescimento em altura para esses períodos, nos tratamentos irrigados, foram superiores ao não irrigados em porcentagens de 55 a 456%, mostrando que o crescimento proporcionado pela irrigação traz ganhos expressivos com relação a sem irrigação. São praticamente inexistentes os experimentos que mostram o crescimento do cafeeiro dentro de períodos distintos do seu ano agrícola, o que se encontra em termos de crescimento em altura são trabalhos avaliando períodos maiores da cultura. Todos esse autores encontraram diferenças significativas em termos de crescimento Silva et. al. (2001) encontraram aumentos significativos em altura nos tratamentos irrigados com relação a não irrigados, mas, ao contrario dos resultados obtidos neste experimento, o autor não encontrou efeito dos espaçamentos sobre a irrigação.

Ao se avaliar a taxa de crescimento em altura (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹, podemos observar que, mesmo com o uso da irrigação durante os períodos secos, as taxas de crescimento em altura são inferiores às taxas de crescimento para os períodos chuvosos, para todos os critérios de irrigação adotados. As médias das taxas de crescimento em altura

apresentadas nos períodos secos mostram médias maiores para os tratamentos irrigados, tais resultados foram constatados anteriormente quando se comparou os critérios de irrigação dentro dos períodos; já o mesmo não acontece com as medias nos períodos chuvosos, que apresentam as médias em valores muito próximos, que também observados nos gráficos anteriores.

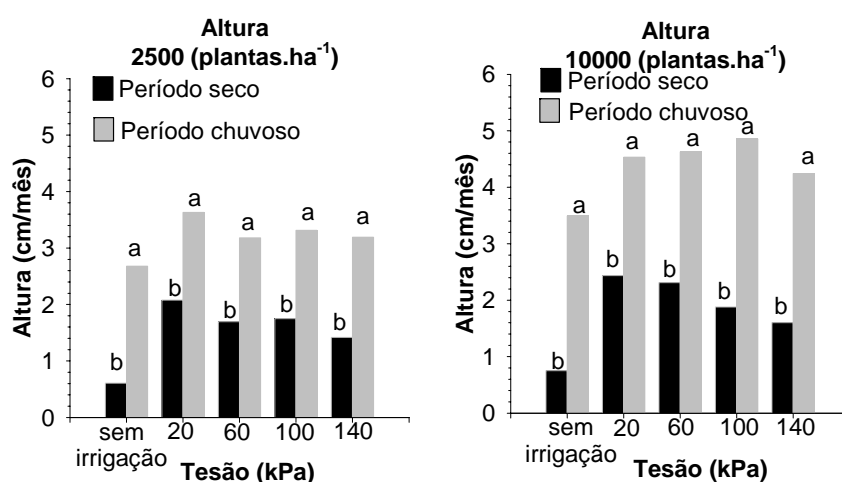


FIGURA 22: Avaliação da taxa de crescimento em altura (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

4.3 Diâmetro de Copa

Na Figura 23, nota-se o crescimento apresentado pelas plantas de cafeeiro, em diâmetro de copa (cm) nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos e sem irrigação, na densidade de 2500 plantas por ha. Pode-se observar, com esse gráfico, uma melhor resposta em crescimento dos

tratamentos irrigados em relação ao não irrigado. Pode-se observar também que o crescimento se altera quando o armazenamento de água no solo muda em períodos inferiores aos 50 mm, estipulados para o experimento, o crescimento muda tornando-se menos acentuado.

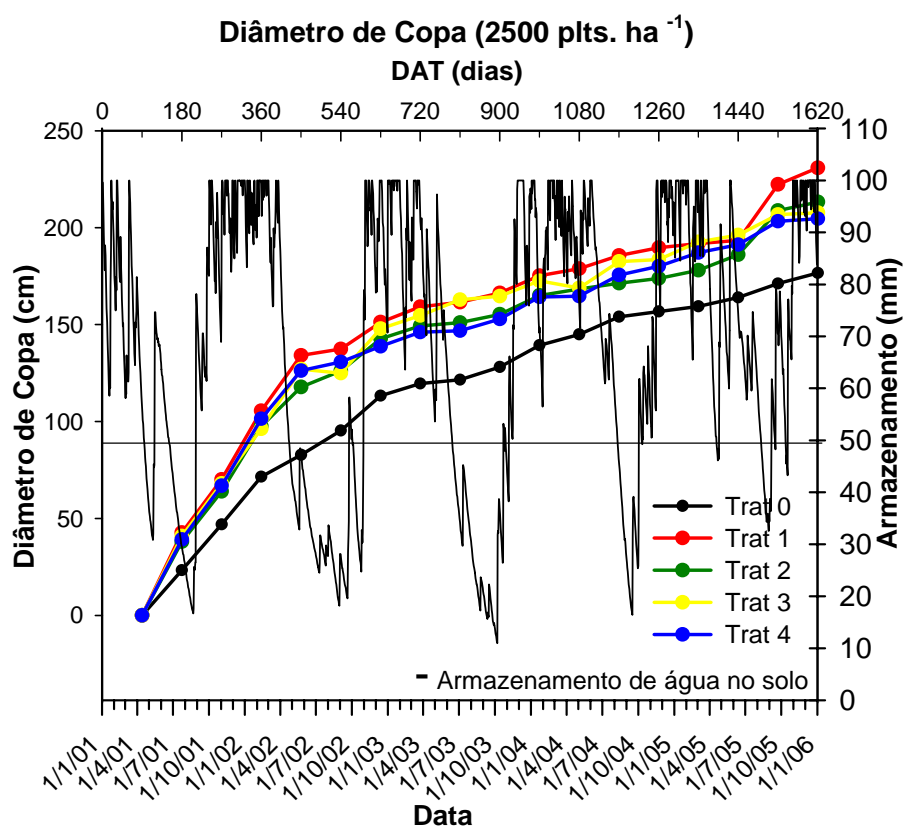


FIGURA 23: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Somente no ultimo período seco, em que o armazenamento de água ficou acima dos 50 mm e que o crescimento não se alterou, ao contrário, ainda foi mais acentuado.

Na Figura 24, nota-se o crescimento apresentado pelas plantas de cafeeiro, em diâmetro de copa nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos, dentro da densidade de 10000 plantas por ha.

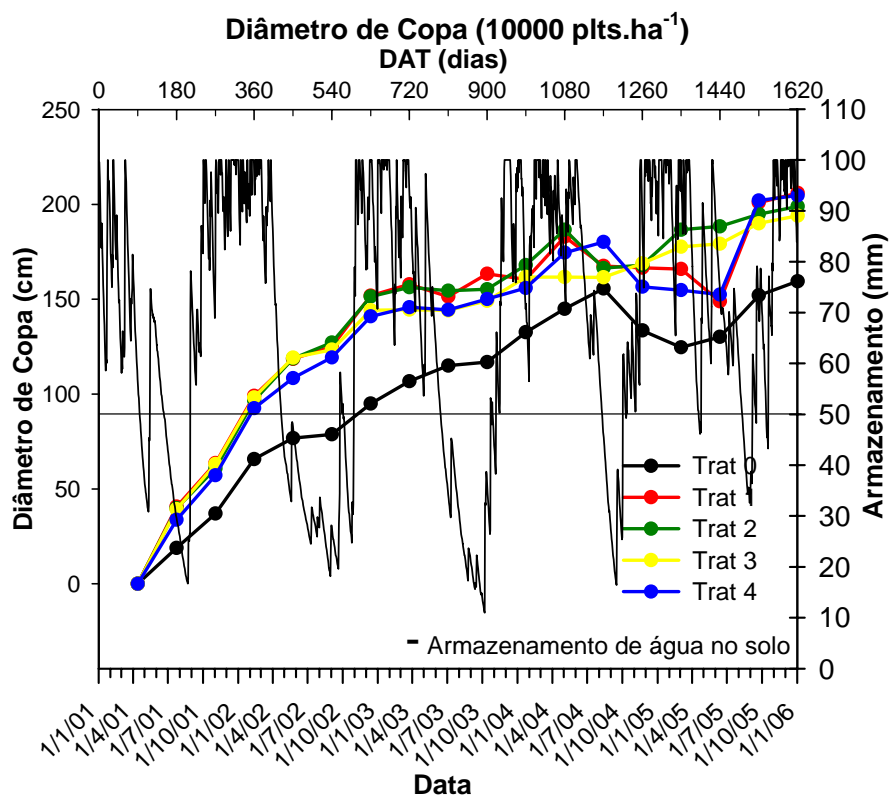


FIGURA 24: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Analisando a Figura 24, os tratamentos que receberam irrigação tiveram maior crescimento em diâmetro de copa com relação ao tratamento não irrigado. Também para esse gráfico pôde-se mostrar uma alteração no crescimento quando o armazenamento se mostrou inferior aos 50 mm, referência adotada para o experimento. Por volta dos 990 dias a 1080 dias, todos os tratamentos apresentaram um decréscimo em crescimento. Tal fato se deve ao efeito da densidade, que com o crescimento lateral, fez com que as mesmas se fechassem a ponto de permitir um auto sombreamento entre as plantas, interferindo no seu crescimento em diâmetro de copa e proporcionando quebra de galhos o que levou a diferenças significativas nos resultados, mas, como se pode observar pelo gráfico, passado um tempo, através de brotações, o crescimento voltou a acontecer.

Pode-se também observar, com esses gráficos, a presença de períodos de maiores e menores crescimentos, que corresponderam perfeitamente aos períodos de seca e chuva ao qual foram submetidos os cafeeiros.

Pelos resultados encontrados na Tabela 7 e 8, verifica-se que para os níveis de densidade somente no segundo ano (períodos de chuva 2 e período de seca 2) não houve diferença significativa. Para a fonte de variação Tratamento é que se obteve diferença estatística ($p < 0,01$) em todos os períodos estudados. A interação entre densidade e os tratamentos somente foi significativa nos últimos anos a partir do quarto período de seca. Isso mostra a influência do fechamento das plantas na taxa de crescimento do diâmetro de copa, resultados como estes foram encontrados por Silva et. al. (2001) que, avaliando diferentes espaçamentos em dois regimes hídricos diferentes, também não encontrou diferença significativa entre os espaçamentos até os 223 dias após o transplante.

TABELA 7: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4
Densidade	1	2,891751 *	0,217268 n.s.	66,669822 **	49,175280 **
Erro 1	6	0,295811	0,146483	0,070028	0,101097
Tratamento	4	4,540903 **	0,619239 **	0,262996 **	0,187383 *
Densidade*Trat.	4	0,337354 n.s.	0,154799 n.s.	0,060986 n.s.	0,362554 **
Erro 2	24	0,761628	0,095800	0,057334	0,058491
CV 1 (%)		5,83	17,55	7,79	8,37
CV 2 (%)		9,35	14,19	7,05	6,37
Media geral		9,334	2,180	3,397	3,797

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

TABELA 8: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Seca 2	Seca 3	Seca 4	Seca 5
Densidade	1	4,195153 *	2,291537 n.s.	4,349402 **	0,037946 n.s.
Erro 1	6	0,597141	0,436267	0,091933	0,430732
Tratamento	4	8,143449 **	13,882702 *	29,241963 **	5,918974 **
Densidade*Trat.	4	1,243844 n.s.	1,662104 n.s.	13,418213 **	0,687812 *
Erro 2	24	0,454027	0,805460	0,190588	0,211760
CV 1 (%)		38,73	40,98	53,11	56,60
CV 2 (%)		33,77	55,68	76,48	39,68
Media geral		1,995	1,611	0,570	1,159

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

Dentro dos períodos de chuva estudados, os efeitos da densidade foram diferentes, como se verifica pela Figura 25.

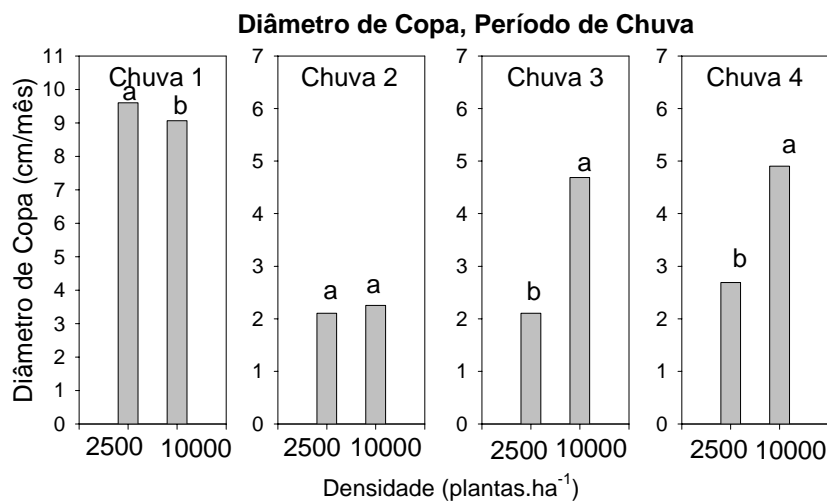


FIGURA 25: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos chuvosos, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Observou-se que, no primeiro período de chuva, a densidade 2500 plantas.ha⁻¹ obteve maior crescimento se diferenciando estatisticamente de 10000 plantas.ha⁻¹. Já no segundo período essa diferença não mais existiu, mas, com tendência superior ainda da densidade 2500 plantas.ha⁻¹. Para os dois últimos períodos a densidade 10000 plantas.ha⁻¹ foi superior a 2500 plantas.ha⁻¹, se diferenciando-se estatisticamente da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹.

Quando se analisou os quatro períodos de seca (Figura 26), observou-se que existe uma tendência de maior desenvolvimento do diâmetro da copa dos cafeeiros na densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, sendo que, nos períodos de seca 2 e 4 a diferença se torna significativa, a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente, e para os demais não existe diferença significativa. Esse comportamento mostra que o crescimento em períodos de seca para o densidade de 2500 plantas.ha⁻¹ se dá de forma melhor que o densidade de 10.000 plantas.ha⁻¹. Esses resultados correspondem aos citados por Rena (1998) apesar

de o autor dizer que esses resultados não são universais (para essa afirmação Rena (1998) cita, Riviera, (1991) e Njoroge, (1992)).

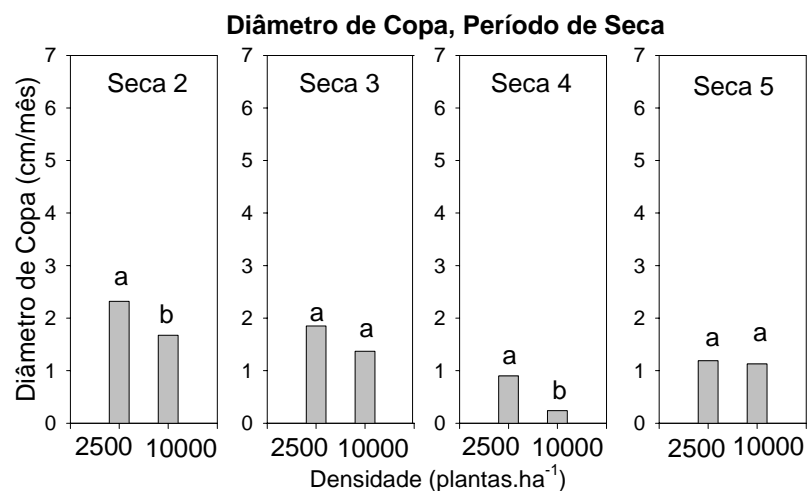


FIGURA 26: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos de seca, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Na Figura 27, estudou-se a taxa de crescimento em diâmetro de copa (cm/mês) do cafeeiro nas diferentes tensões e sem irrigação nos quatro períodos chuvosos estudados dentro da densidade de 2500 plantas por ha.

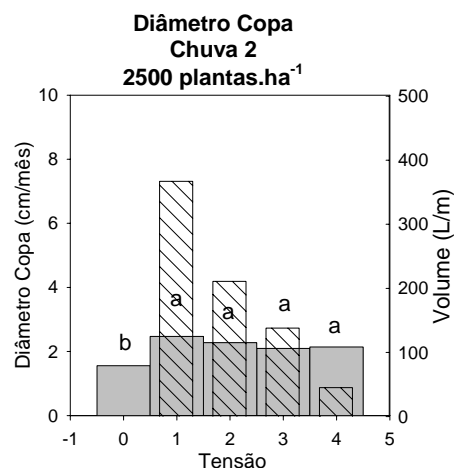


FIGURA 27: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente no segundo período chuvosos dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para os períodos chuvosos 1,3 e 4 não houve diferença significativa entre tratamentos irrigados e sem irrigação. Para o segundo período o tratamento de 20, 60 e 140 kPa não se diferenciaram entre si, diferenciando-se de 100 kPa e sem irrigação. Estes últimos não se diferenciaram entre si, a superioridade dos tratamentos irrigados para o não irrigado vai da ordem 34 a 58%.

O volumes de água aplicada foram diferentes entre os períodos estudados e entre as tensões, sendo que esses volumes foram maiores nos menores critérios de irrigação, mostrando as diferentes necessidades nos períodos de chuva.

Nos quatro períodos de seca estudados, Figura 28, para taxa de crescimento em diâmetro de copa na densidade 2500 plantas.ha⁻¹, houve diferenças significativas entre as tensões estudadas e entre o tratamento sem irrigação.

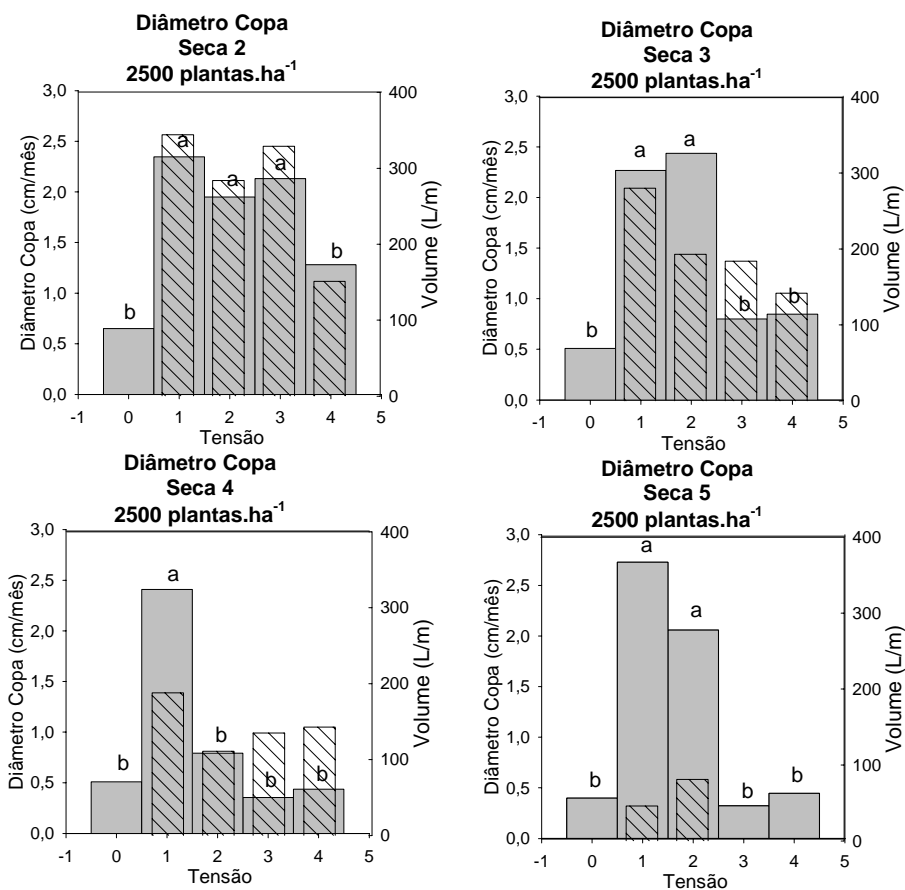


FIGURA 28: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja,, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para o primeiro período os tratamentos de 20, 60 e 100 kPa não se diferenciaram entre si e se diferenciando de 140 kPa e sem irrigação, que não se diferenciaram. Os maiores tratamentos irrigados (20, 60 e 100 kPa) são de 200 a 260% superiores ao tratamento não irrigado.

No segundo período, o tratamento de 20 kPa, não se diferenciou de 60 kPa, e os tratamentos de 100, 140 kPa e sem irrigação não se diferenciaram entre si. Diferenciando-se dos demais, os tratamentos 20 kPa e 60kPa são respectivamente 345% e 384% superiores ao tratamento sem irrigação.

O terceiro período teve como melhor tratamento o 20 kPa, que foi 580% superior ao tratamento sem irrigação, diferenciando-se dos demais que não se diferiram entre si.

O quarto período teve como o tratamento de 20 e 60 kPa como melhores, sendo eles 587 e 518% respectivamente superiores a sem irrigação, sem se diferir estatisticamente entre eles, sendo que os demais diferiram estatisticamente de 20 e 60 kPa sem se diferenciar entre si.

As taxas de crescimento em diâmetro de caule para os períodos seca observados tiveram como melhores tratamentos as tensões de 20 e 60 kPa, que apresentaram crescimentos de 200 a 587% maiores do que sem irrigação.

As lâminas, de uma forma geral, para os períodos secos, mostram um aumento de diâmetro de copa com o aumento das lâminas.

Analisando o diâmetro de copa (cm) da densidade de 10000 plantas por ha, nas diferentes tensões e sem irrigação, nos quatro períodos chuvosos estudados observaram-se diferenças significativas nos quatros períodos de chuvas estudados, Figura 29.

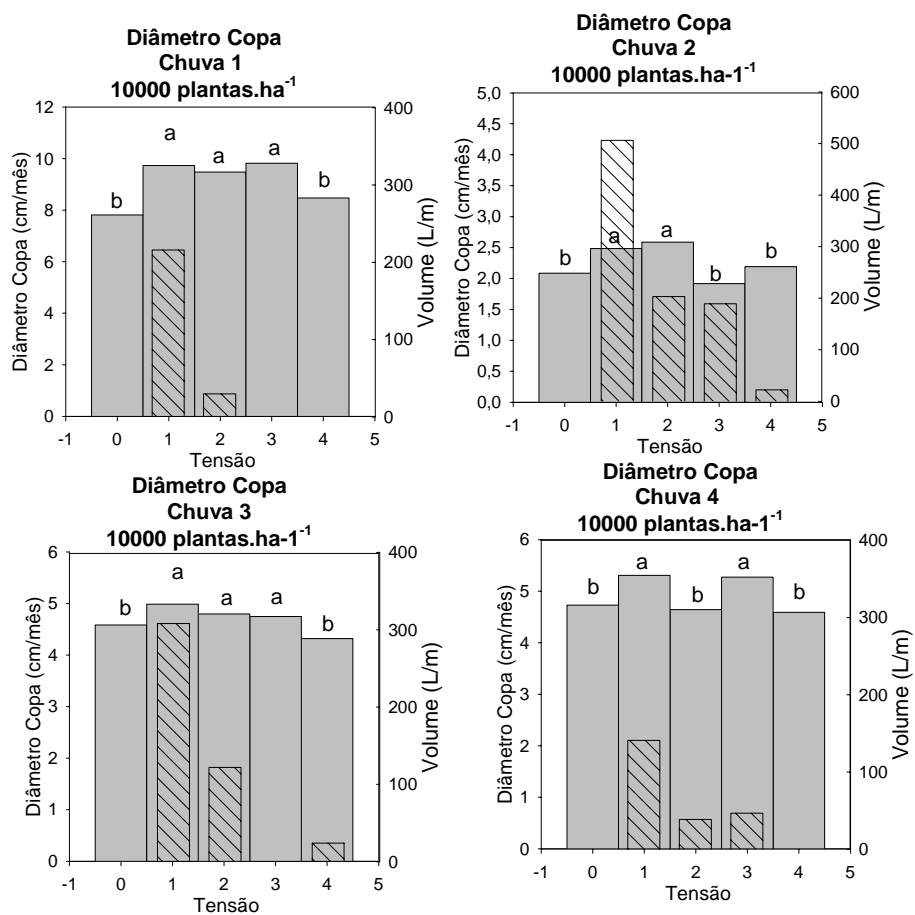


FIGURA 29: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro em diferentes tensões de (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para o primeiro período chuvoso os tratamentos de 20, 60 e 100 kPa foram os melhores sem se diferenciar entre si, diferenciando dos tratamentos de 140 kPa e sem irrigação, que não se diferenciaram. A superioridade dos tratamentos irrigados foram da ordem de 21 a 25% maiores que o sem irrigação. O mesmo comportamento também foi observado para o terceiro período de

chuva, cuja superioridade neste caso foi de 5,5 a 10% dos melhores tratamentos irrigados para o sem irrigação.

Para os períodos de chuva 2 e 4 não houve diferença entre as tensões de 20 e 60 kPa, sendo que esses tratamentos foram de 13 a 34% superiores a sem irrigação.

Isso mostra que, para diâmetro de copa diferentemente do que aconteceu para altura de planta, as irrigações proporcionaram maior crescimento mesmo no período de chuva. Dentro das condições experimentais adotadas, o crescimento em diâmetro de copa é mais evidenciado nas menores tensões adotadas. Essas tensões proporcionaram crescimentos de 5,5 a 34% maiores que sem irrigação.

Quanto aos períodos de seca estudados, dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, houve diferenças significativas entre as tensões estudadas e entre o tratamento sem irrigação, Figura 30.

No primeiro período, os tratamentos irrigados 20 e 60 kPa foram os melhores, em seguida o melhor tratamento foi o de 100 kPa que se diferenciou de 140 kPa e sem irrigação, que não se diferenciaram entre si.

No segundo período de seca, os tratamentos de 20 kPa, 60 kPa foram superiores, não se diferindo entre eles. Também os outros tratamentos não se diferiram entre si.

Para os períodos 3 e 4 o tratamento de 20 kPa foi superior aos demais, sendo que os outros tratamentos não se diferiram entre si, tendo seu crescimento bem reduzido devido principalmente ao adensamento, que neste período já influenciava no sombreamento dos galhos.

A superioridade do crescimento dos períodos de seca 1 e 2 para os tratamentos 20 e 60 kPa vai de 388 a 581% sobre o tratamento sem irrigação. Já para os períodos de seca 3 e 4 o tratamento de 20 kPa que foi superior aos demais, apresentou essa superioridade, que vai de 282 a 879%. Scalco et. al. (2002), Avaliando o crescimento vegetativo inicial do cafeeiro irrigado por

gotejamento, sob diferentes densidades de plantio e critérios de irrigações, nos primeiros 300 dias também encontrou efeitos significativos dos critérios de irrigação sobre diâmetro de copa das plantas.

O adensamento foi mais sentido pela plantas no tratamento sem irrigação, as quais apresentaram um crescimento negativo dos galhos. Na verdade esses galhos, devido ao sombreamento, começaram a apresentar seca de ponteiros e quebra de ramos plagiotrópicos.

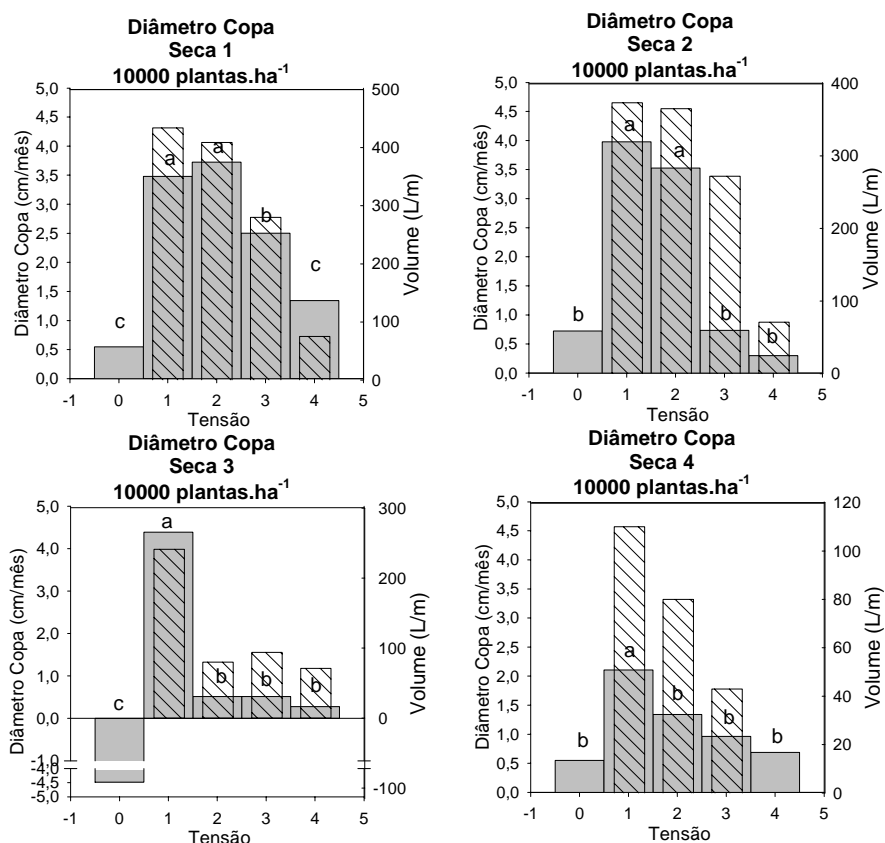


FIGURA 30: Crescimento em diâmetro de copa (cm) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para esses períodos de seca, na densidade de 10000 plantas por ha, fica evidente a influência das lâminas aplicadas para com o crescimento do cafeeiro, que foi maior à medida que se aumentava a mesma.

Avaliando a taxa de crescimento em diâmetro de copa (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹, encontramos respostas parecidas com aquelas encontradas para taxa de crescimento em altura, também para essa variável podemos observar que, mesmo com o uso da irrigação, as taxas de crescimento para os períodos secos ainda são significativamente ($p < 0,01$) inferiores aos períodos de chuva. Para todos os critérios de irrigação adotados, as medias das taxas de crescimento em diâmetro de copa apresentadas nos períodos secos mostram resultados maiores para os tratamentos mais irrigados. Durante os períodos de chuva as taxas de crescimento entre os critérios de irrigação têm medidas parecidas, que vêm a confirmar as respostas encontradas dentro de cada período avaliado anteriormente.

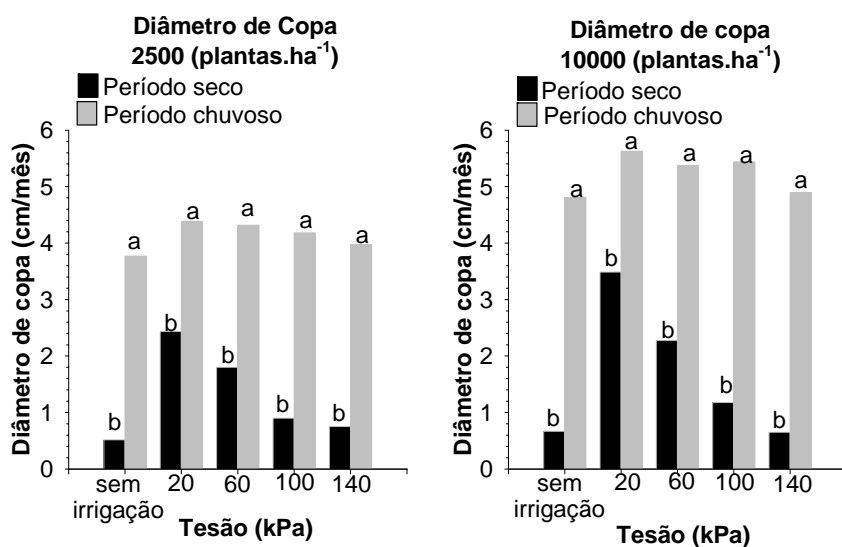


FIGURA 31: Avaliação da taxa de crescimento em Diâmetro de copa (cm/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

4.4 Número de Ramos Plagiotrópicos

Pela Figura 32 nota-se o crescimento apresentado pelas plantas de cafeeiro em número de ramos plagiotrópicos nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos e sem irrigação, na densidade de 2500 plantas por ha. Observa-se uma melhor resposta em crescimento dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado.

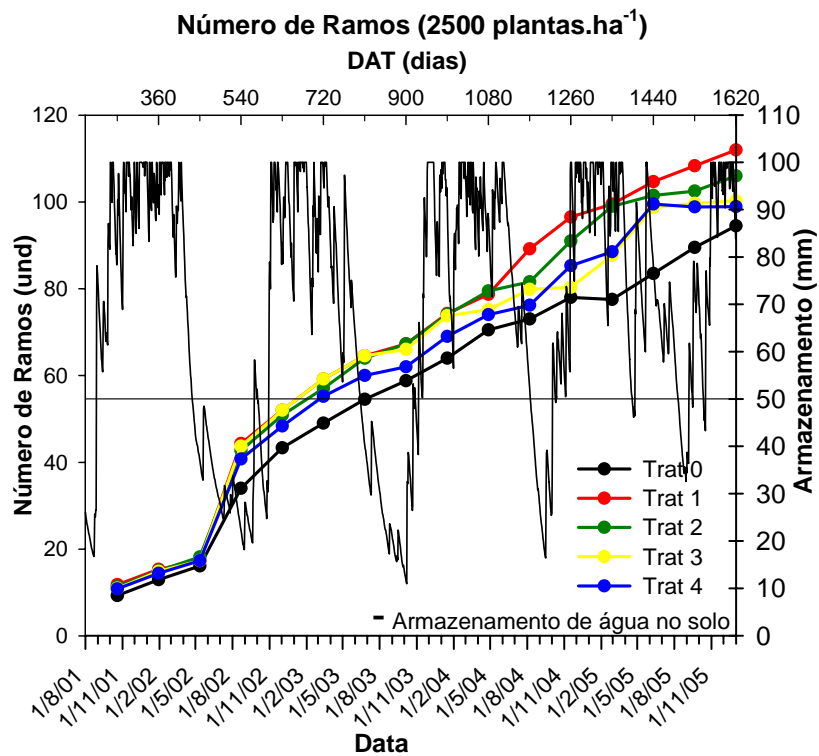


FIGURA 32: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 e sem irrigação) no período de 270 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 2500 plantas.ha⁻¹ Lavras/MG, UFLA, 2006.

Na Figura 33, observa-se o crescimento apresentado pelas plantas de cafeeiro em diâmetro de copa nas diferentes tensões utilizadas nos tratamentos dentro da densidade de 10000 plantas por ha.

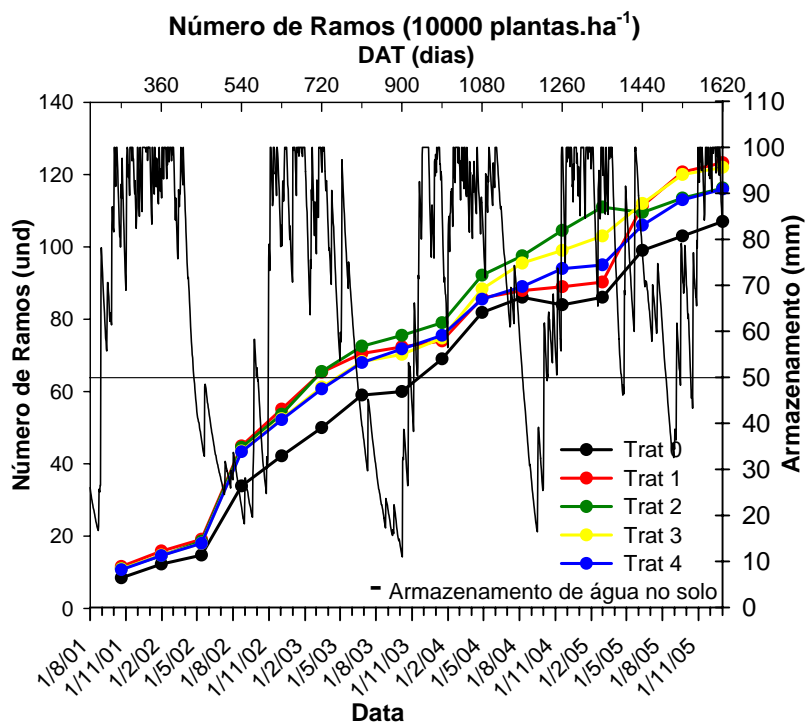


FIGURA 33: Crescimento em número de ramos do cafeeiro em diferentes tensões de irrigação (20, 60, 100, 140 e sem irrigação) no período de 90 a 1620 DAT (dias após transplante), para a densidade 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Os tratamentos que receberam irrigação apresentaram maior tendência de crescimento de número de ramos plagiotrópicos com relação ao tratamento não irrigado. Também se observa, por esse gráfico, que existem períodos de maiores e menores crescimentos que corresponderam perfeitamente aos períodos de seca e chuva aos quais foram submetidos os cafeeiros.

Através da análise de variância para a variável número de ramos plagiotrópicos, na Tabela 9 e 10 do anexo, pode-se observar que todos as densidades e os níveis de tensão apresentaram diferentes significâncias e não significâncias, nos períodos estudados, para a fonte de variação Densidade

analisada dentro dos períodos de seca. Todos foram diferentes estatisticamente, como nota-se pela Figura 34.

TABELA 9: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de Ramos, para os quatro períodos de chuva estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4
Densidade	1	0,043891*	5,216451**	8,282820*	90,607020**
Erro 1	6	0,007075	0,245600	0,666555	0,007933
Tratamento	4	0,062712*	0,912750**	0,785190 ^{n.s.}	1,485311**
Densidade*Trat.	4	0,022913 ^{n.s.}	0,088632 ^{n.s.}	0,723914 ^{n.s.}	1,339285**
Erro 2	24	0,019283	0,203069	0,730060	0,112623
CV 1 (%)		6,87	21,77	47,69	3,29
CV 2 (%)		11,34	19,80	49,91	12,40
Media geral		1,224	2,275	1,711	2,706

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

TABELA 10: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de Ramos, para os quatro períodos de seca estudados. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	Seca 2	Seca 3	Seca 4	Seca 5
Densidade	1	0,296701 ^{n.s.}	0,000819 ^{n.s.}	24,465652**	0,290021**
Erro 1	6	0,468815	0,261932	0,085222	0,014994
Tratamento	4	9,205439**	0,880618*	15,621282**	0,590585**
Densidade*Trat.	4	0,444455 ^{n.s.}	0,217395 ^{n.s.}	1,780631**	0,038502 ^{n.s.}
Erro 2	24	0,567508	0,228280	0,115802	0,014056
CV 1 (%)		8,53	49,40	9,40	14,39
CV 2 (%)		9,38	46,12	10,96	13,93
Media geral		8,030	1,036	3,105	0,851

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

Os mesmos resultados foram conseguidos por Scalco et. al. (2002), que trabalhando com crescimento vegetativo inicial do cafeeiro irrigado por gotejamento, sob diferentes densidades de plantio e critérios de irrigações nos

primeiros 300 dias, encontraram efeito significativo dos critérios de irrigação (0, 20, 60, 100, 140kPa) assim como as densidades estudadas para a mesma variável número de ramos plagiotrópicos.

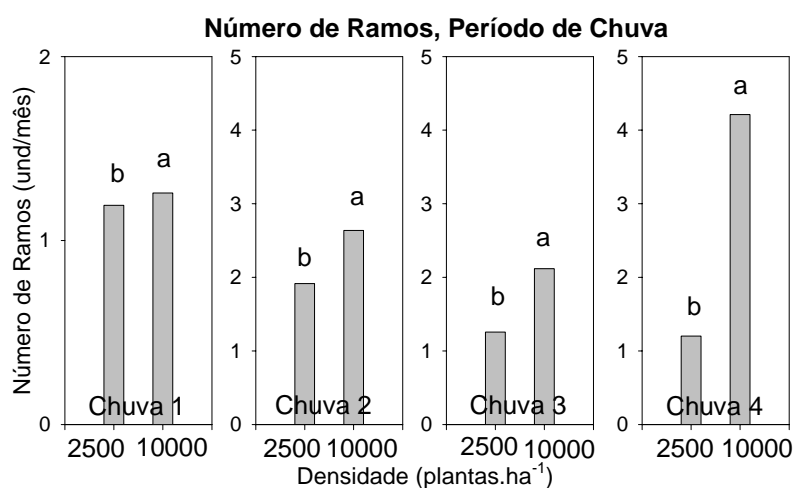


FIGURA 34: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos chuvosos, Lavras, UFLA, 2006.

Para todos os períodos de chuva estudados o densidade de 10000 plantas.ha⁻¹ foi superior ao densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, sendo diferentes estatisticamente entre eles.

Quando analisamos o aumento do número de ramos plagiotrópicos para os períodos de seca, estudados notamos não haver diferença entre as densidades nos dois primeiros períodos, sendo que no terceiro período o número de ramos foi maior para o densidade 10000 plantas.ha⁻¹ e no quarto o melhor densidade foi o de 2500 plantas.ha⁻¹, Figura 35. Evidenciando assim a influência das condições climáticas ou mesmo de outras influências externas, como depauperamento das plantas devido a altas produções, que as plantas sofreram nesses anos.

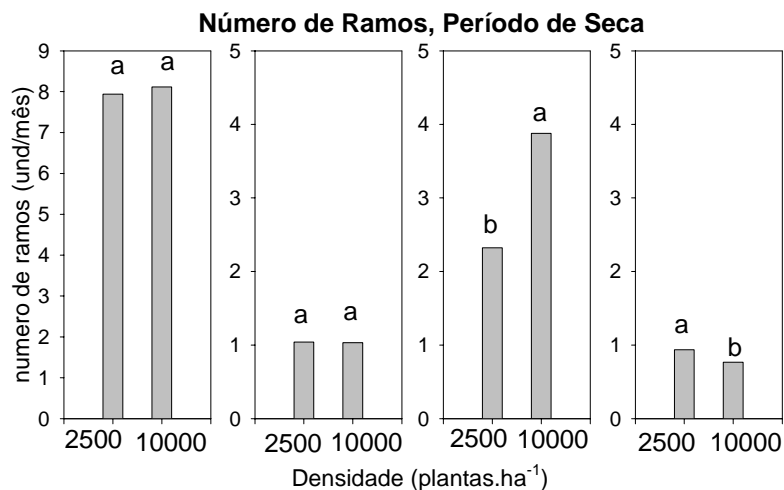


FIGURA 35: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes densidades 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹ em quatro períodos de seca, Lavras, UFLA, 2006.

Quando analisamos os dois gráficos conjuntamente, podemos notar que o adensamento de 10000 plantas por ha tem um comportamento superior ao outro adensamento até o último período, em que perde para o mesmo.

Na Figura 36, observa-se o crescimento em número de ramos do cafeeiro nas diferentes tensões e sem irrigação, nos quatro períodos chuvosos estudados, dentro da densidade de 2500 plantas por ha.

Para os períodos chuvosos 1,3 e 4 não houve diferença significativa entre tratamentos irrigados e sem irrigação. O segundo período teve os tratamentos 20, 60, 100 e 140 kPa não se diferenciando entre si e se diferenciando de sem irrigação. Os tratamentos irrigados foram de 53 a 73% superiores ao tratamento não irrigado. As lâminas aplicadas foram diferentes entre os períodos estudados e entre as tensões estudadas.

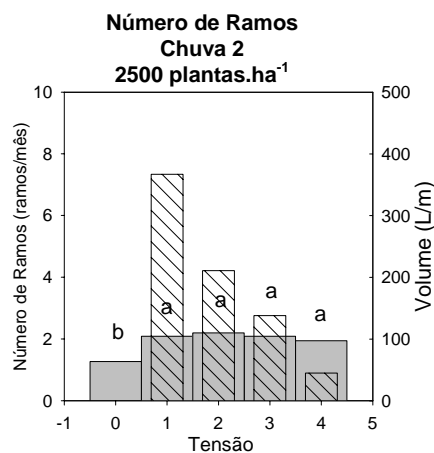


FIGURA 36: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente para o segundo período chuvoso dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Estudando os quatro períodos de seca para número de ramos na densidade 2500 plantas.ha⁻¹, houve diferenças significativas entre as tensões estudadas e entre o tratamento sem irrigação, (Figura 37).

Para o primeiro período os tratamentos de 20 60, 100, 140 kPa foram superiores, não se diferenciando entre si e se diferenciando de sem irrigação. O tratamento não irrigado foi de 30 a 50% inferior em número de ramos plagiotrópicos por mês do que os tratamentos irrigados.

No segundo período, não houve diferença entre os tratamentos.

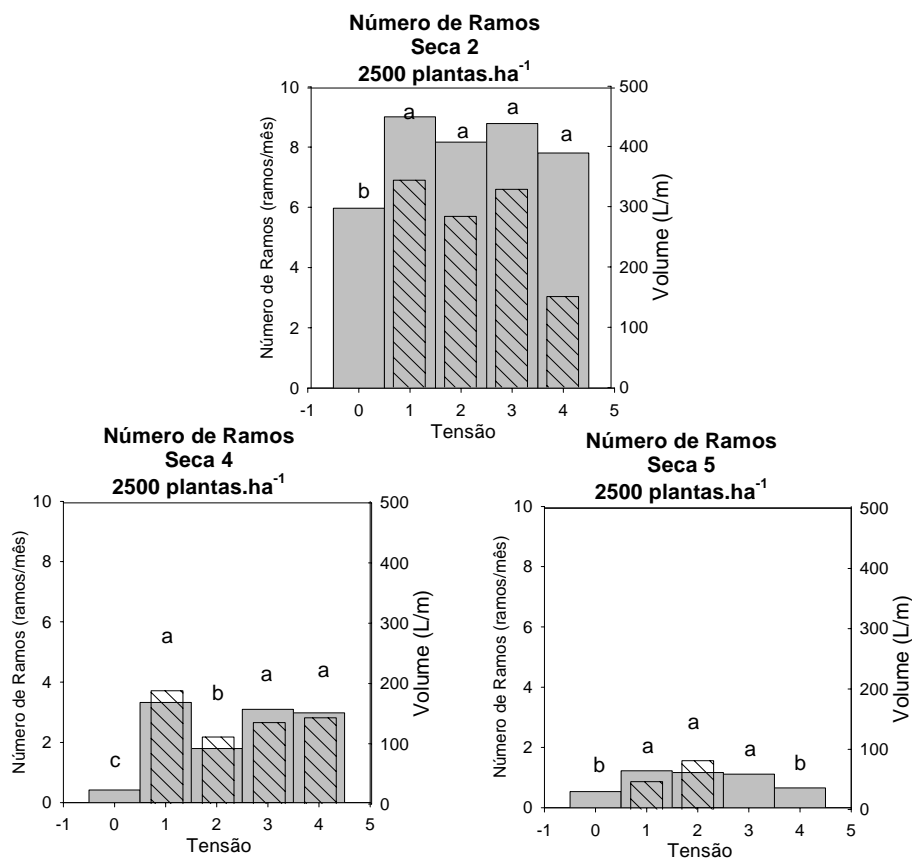


FIGURA 37: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em três períodos de seca dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para terceiro período os tratamentos de 20, 100 e 140kPa foram superiores o de 65 a 85% ao tratamento de 60 kPa que foi superior ao sem irrigação este tratamento foi inferior aos irrigados de 605 a 689%. O quarto período tem como tratamento de 20, 60 e 100 kPa sem se diferirem estatisticamente, sendo que os tratamentos 140 kPa e sem irrigação também não se diferenciaram entre si, diferenciando-se dos demais. Os tratamento irrigados

foram de 109 a 130% superiores a sem irrigação. As lâminas, de uma forma geral, para os períodos secos, mostraram um aumento no número de ramos com o aumento das lâminas.

Na Figura 38, observa-se o crescimento em número de ramos para a densidade de 10000 plantas por ha nas diferentes tensões e sem irrigação, nos quatro períodos chuvosos estudados.

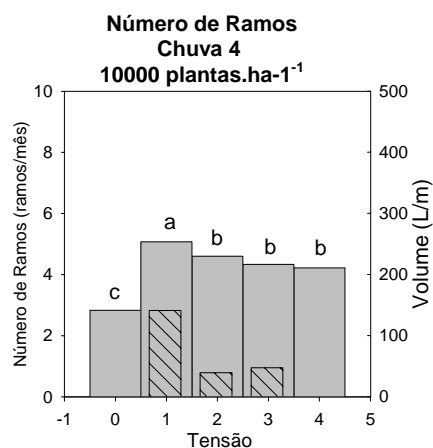


FIGURA 38: Crescimento em número de ramos do cafeeiro em diferentes tensões de (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente no quarto período chuvosos dentro da densidade de 10000 plantas.ha-1, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Para os três primeiros períodos estudados não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas para o último período houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos, sendo que 20 kPa foi o melhor, diferindo-se de 60, 100 e 140 kPa, que não se diferiram entre si, mas se diferiram de sem irrigação, que foi 78% inferior ao melhor tratamento (20 kPa).

Isso mostra que para esses períodos de chuva dentro das condições experimentais adotadas a irrigação não proporcionou um aumento no número de ramos. Somente isso foi possível no último ano com tensão de 20 kPa.

Nos períodos de seca estudados para a variável número de ramos plagiotrópicos, dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, houve diferenças significativas entre as tensões estudadas e entre o tratamento sem irrigação (Figura 39).

No primeiro período, os tratamentos irrigados 20, 60, 100 e 140 kPa, foram os melhores, não se diferenciando entre si, sendo superiores a sem irrigação de 32 a 36%.

No segundo período de seca, os tratamentos de 20 kPa e 60 kPa foram superiores, não se diferenciando entre eles. Os outros tratamentos não se diferenciaram entre si, estes tratamentos são de 94 a 123% superiores ao tratamento sem irrigação.

Para o período de seca 4 o tratamento de 20 kPa foi superior aos demais, sendo que os tratamentos 60 e 100 kPa não se diferenciaram entre si, se diferenciando de 140 kPa e por último sem irrigação, que se diferenciou de todos os outros tratamentos, o melhor tratamento foi 377% superior ao sem irrigação.

O quarto período tem os tratamentos de 20 e 60 kPa como melhores sem se diferenciarem estatisticamente, sendo que os tratamentos 100 e 140 kPa vêm logo após, também não se diferenciando. Por último, o sem irrigação que se diferiu estatisticamente dos outros tratamentos e foi de 101 a 134% inferior aos tratamentos 60 e 20 kPa, respectivamente.

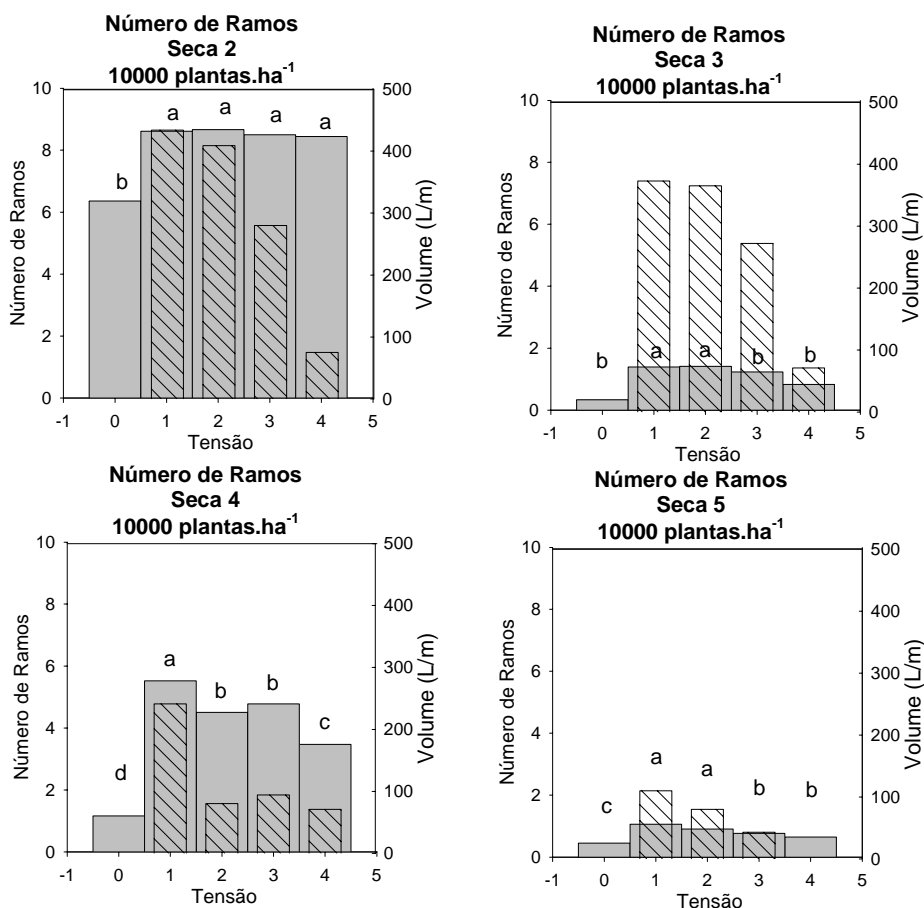


FIGURA 39: Crescimento em número de ramos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes tensões de irrigação (sem irrigação, 20, 60, 100, 140), ou seja, 0,1,2,3,4 respectivamente em quatro períodos de seca consecutivos dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Com relação à variável número de ramos plagiotrópicos para esses períodos de seca, nessa densidade de 10000 plantas por ha, também fica evidente a influência das lâminas aplicadas em relação ao crescimento do cafeeiro, que foi maior à medida que se aumentava a lâmina. Notou-se também que houve uma necessidade maior de água nos primeiros três períodos de seca. No último

período de seca, essa necessidade foi menor devido ao aumento de chuvas no período.

Quando comparamos os períodos de seca e chuva através das taxas de crescimento do número de ramos para os anos de 2001 a 2005, encontramos resultados diferentes daqueles apresentados para as variáveis estudadas anteriormente. Existe diferença significativa entre os períodos de seca e chuva dentro da densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, mas, para essa variável a taxa de crescimento foi maior no período seco do ano. Apenas para o tratamento não irrigado essa diferença não foi significativa. Para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹, não existiu diferença significativa entre os períodos, mostrando que a taxa de crescimento nesses períodos é a mesma, provando que esta densidade favorece a emissão de novas brotações durante todo ano.

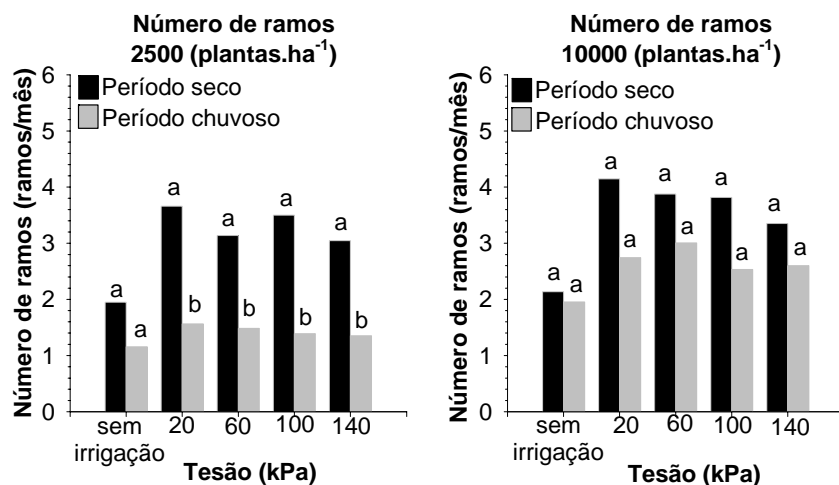


FIGURA 40: Avaliação da taxa de crescimento em número de ramos (ramos/mês) entre os períodos secos e períodos de chuva dentro dos anos de 2001 a 2005, em diferentes critérios de irrigação em sem irrigação, para as densidades de plantio de 2500 plantas.ha⁻¹ e 10000 plantas.ha⁻¹, Lavras/MG, UFLA, 2006.

Ao observarmos o experimento como um todo, através dos resultados das três variáveis analisadas, podemos chegar a algumas considerações.

Com relação às taxas de crescimento das variáveis estudadas dentro dos períodos de chuva e seca, pode-se observar, ao longo do experimento, que elas sofreram muita influência das condições de clima e manejo da lavoura bem como as altas produtividades apresentadas.

O uso da irrigação, dentro das condições experimentais utilizadas, é altamente recomendado devido aos resultados inferiores apresentados pelo tratamento sem irrigação, independente do período (chuva ou seca). Respostas semelhantes foram encontradas por vários autores (Karasawa, 2001, Scalco et. al., 2001, Scalco et. al. 2002, Scalco et. al. 2003 (b) e Vilela, Martins e Gomes, 2003).

Dentro das variáveis estudadas para os períodos de chuvosos os diferentes critérios de irrigação não influenciam as taxas de crescimento da cultura. Em se tratando dos períodos secos os resultados se mostraram diferentes e as irrigações aumentam significativamente as taxas de crescimento, sendo que menores tensões obtiveram melhores resultados.

Comparando-se os períodos (secos e chuvosos) ao longo dos quatro anos, pode-se observar que, para as variáveis altura e diâmetro de copa, o período de maior crescimento ainda é o período de chuva o mesmo não se constatou para número de ramos plagiotrópicos. Nazareno et. al. (2003), estudando comportamento da cultura do café em relação à sazonalidade climática na região dos Cerrados conduzida sob irrigação por pivô central, em diferentes regimes hídricos, sendo eles: irrigação durante todo o ano, suspensão das irrigações por 35 e 65 dias, suspensão das irrigações por 105 dias até que ocorressem as primeiras precipitações significativas e sem irrigação, mostra que a estação seca impõe restrições ao crescimento do cafeeiro, apesar de mostrar tendência de aumento ao longo da estação seca, há indicações de que a taxa de

crescimento é inferior às observadas durante a estação chuvosa. A baixa temperatura noturna observada nos meses de maio, junho e julho pode estar relacionada a restrição ao crescimento sob condições ótimas de disponibilidade de água no solo.

5 CONCLUSÕES

O uso da irrigação proporciona um maior crescimento em altura de plantas, diâmetro de copa e número de ramos plagiotrópicos da planta, nas duas densidades de plantio.

O uso de irrigações nas tensões de 20 e 60 kPa durante os períodos secos do ano, proporcionou crescimento mais acentuado em altura de plantas, diâmetro de copa e número de ramos plagiotrópicos da planta também para as duas densidades de plantio, durante os quatro primeiros anos da cultura.

Durante os períodos de chuva tensões acima de 60 kPa são mais indicadas, pois não se diferem dos resultados apresentados por tensões menores. Com esse procedimento, na maioria dos casos, torna-se possível a economia de água e energia durante esse período do ano.

As maiores taxas de crescimento para as variáveis altura e diâmetro de caule acontecem nos períodos de chuva, para a variável número de ramos as maiores taxas de crescimento estiveram dentro do período seco em se tratando de densidade de 2500 plantas.ha⁻¹, não havendo diferença de crescimento entre os períodos dentro da densidade de 10000 plantas.ha⁻¹.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. E. B. **Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação.** 1999. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- AMARAL, J. A. T. **Crescimento Vegetativo estacional do cafeeiro e suas interrelações com fontes de nitrogênio, fotossíntese e assimilação do nitrogênio,** Dissertação (Doutorado em Fitotecnia), Viçosa – MG, UFV, 139 p. 1991
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, BELING R. R., (et al.), ed. Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, 2005, 136p. il.(a)
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ, Disponível em: www.anuarios.com.br acesso em Dezembro de 2005. (b).
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M; **Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.).** **Revista Ceres, Viçosa,** v. 21, n. 116, p. 268-279, jul.-ago. 1974.
- BARROS, R. S.; MOTTA, J. W. S., DA MATA, F. M., MAESTRI, M; **Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. in relation to leaf temperature, water potential, and stomatal conductance.** **Fields Crops. Research,** Amesterdan, v. 54, p. 65-72, 1997.
- BARTHOLO, G. F.; MELO, B.; MENDES, A. N. G. **Evolução na adoção de espaçamentos na cultura do café.** **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 49-60, 1998.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1995. 657p.
- BERNARDO, S. **Irrigação e produtividade.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas, MG, **Manejo de irrigação** /ed. Manoel Alves de Faria et al., Lavras: UFLA/ SBEA, p. 117-132, 1998
- BRASIL MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Normais Climatológicas 1961-1990.** Brasília, 1992. 84p.

CARVALHO, C. H. M., de, Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes tensões de irrigação em sistema de plantio adensado e convencional, **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004, 57 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Lavras Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/nupin/1%20Levantamento-Safra%202006-07.pdf>, acesso em Março de 2006.

COSTA, A. B. G.; STEINMETZ, S. Uso da termometria infravermelho para caracterizar a necessidade de irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Desempenho baseado na diferença de temperatura com uma parcela de referência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1., 1995, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.108-109.1995.

CRISOSTO, C. H.; GRANTZ, D. A.; MEINZER, F. C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). **Tree physiology**, Victória, v. 10, n. 2, p. 127 – 139, 1992.

EMBRAPA, 1999. **Relatório da estimativa da safra cafeeira no Brasil, safra 1999/2000**. Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Café - Embrapa. 6p. Maio 1999.

FARIA M.A. de REZENDE, F. C. **Cafeicultura empresarial: Produtividade e qualidade – irrigação na cafeicultura**/ Manoel Alves de Faria, Fátima Conceição Rezende Lavras: FAEPE, 1997. 112p.

FARIA M.A.de; VILELA, W. M. da C.; SILVA, M. de L. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. L. da; OLIVEIRA, L. A. M.; SILVA, A. L. da. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – 2ª colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4, Araguari-MG. **Anais...** Uberlândia: ICIAG/UFU, 2001. p. 11-14.

FERREIRA, J. A. S.; SILVA, B. B.; SOBRINHO, J. E.; MOURA NETO, E. L.; MAIA NETO, J. M. Determinação da resistência estomática do meloeiro através do método de O' Toole & ReaL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

AGROMETEOROLOGIA, 1., 1995, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.108-109.1995.

GARCIA, A. W. R.; MATIELLO, J. B.; FROTA, G. B.; JUPIASSÚ L. B. Interação entre variedades e espaçamentos na linha de cafeeiros , no Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIAS, 29, 2003 Araxá-MG. **Resumos expandidos**. Araxá 2003. p. 8.

GATHAARA, M. P. H.; KIARA, J. M. **Effects of irrigation rates and frequency on the growth and yield of Arabic coffee**. Kenya coffee, Nairobi, v. 53, n. 618, p. 309 – 312, 1988.

GATHAARA. M. P. H.; KIARA, J. M.; GITAU, K. M. **The influence of drip irrigation and tree density on the yield and quality of arabica coffee**. Kenya coffee, Nairobi, v. 58, n. 682, p. 1599 – 1603, 1993.

GERVÁSIO, E. S.; LIMA, L. A. Desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L) em função de diferentes lâminas de água aplicadas durante a fase inicial de formação da lavoura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1, Araguari-MG. **Anais...** Uberlândia: DEAGO/UFU, 1998. p. 75-78.

GOMIDE, R. L. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas, MG **Manejo de irrigação**/ editado por Manoel Alves de Faria... et al. Lavras: UFLA/ SBEA, 1998. p. 133-238.

GUIMARÃES, PAULO T.G.; GARCIA, ANTONIO W.R.; SILVA, ENILSON DE B.; JAPIASSU, LEONARDO B.; GUIMARÃES, MARIA JULIANA C.L.; FURTINI NETO, ANTÔNIO E. Respostas do cafeeiro sobre sistemas de plantio adensado, à adubação com macronutrientes na região Sul de Minas. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, (3. : 2003 : Porto Seguro). **Anais**. Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. (447p.), p. 435-436.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 317p.

JORDÃO, C. OLIVEIRA JUNIOR. O. R.; MENDONÇA, P. L. de **Irrigação do cafeeiro – recomendações gerais**. Monte Carmelo: COOXUPÉ, 1996. 32p.

KARASAWA, S. **Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada**. Lavras: UFLA, 2001.72p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola).

KOPPEN, W. **“Roteiro para classificação climática”**. s. d., ed., 1970. 6p (não publicado, mimeografado).

KUMAR, D. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L.: a review. **Kenya Coffee**, Nairóbi, v.44, n. 159, p. 9-74, 1979.

MAESTRI, M. BARROS, R.S. Coffe in: ALVIM PT KOZLOWSKI TT (Eds) **Ecofisiolo of tropical crops** , new York academic Press p. 249-278. 1977.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. **Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: UFV. Departamento de Fitopatologia, 2000.

MANTOVANI, E. C. Cafeicultura irrigada bases tecnológicas para sustentabilidade, **Palestras: I Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**. Poços de Caldas – MG 2000, 81 p. il..

MANTOVANI, E. C; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: Informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV; DEA, 2003. 260p.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo, Globo, 1991. 320p. (Coleção do agricultor).

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W. R.; ALMEIDA S. R.; FERNANDES, D. R. Cultura do café no Brasil. **Novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha, 2002 (a), 387p.

MATIELLO, J. B.; AMARAL, A. S.; FILHO, A. L.; LOUBACK, A. S.; BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M. Efeito da redução no espaçamento entre plantas na linha em cafeeiros catucaí, na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28, Caxambu-MG, 2002. **Anais...** Caxambu: p. 6-7, 2002 (b).

MELO, B de; TEODORO,R. E. F.; MARCUZZO, K. V.; GUIRELLI, J. E.; ALVARENGA, C. B. de; GONÇALVES, M. V.; SANTOS, V. B. dos Desenvolvimento de cultivares do cafeeiro sob irrigação e em diferentes

espaçamentos na linha de plantio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 6, 2003, Araguari-MG. **Resumos expandidos**. Uberlândia: UFU, 2003. p. 115-119.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade – plantio e formação da lavoura cafeeira**. Lavras/FAEPE, 1997. 42p.

MOREIRA, H. J. da C. S. A. A. C.I. – Sistema agroclimático para o acompanhamento das culturas irrigadas. **Manual prático para o manejo da irrigação**. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação. 1992, 90p.

MOTA, J.W. DA SILVA E; DA MATTA, F.M.; BARROS, R.S. DE; MAESTRI, M. Vegetative growth in *Coffea arabica* as affected by irrigation, daylength and fruiting. **Tropical ecology**, Varanasi, v.38, n.1, p.73-79, 1997.

NACIF, A. P. de Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Catuai sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante, no cerrado de Patrocínio-MG. Viçosa: UFV, 1997, 124p. (tese de doutorado em Fitotecnia)

NAZARENO, R.B.; RODRIGUES, G. C.; GUERA, A. F.; SAMPAIO, J. B.; SANZONOWICZ, C.; TOLEDO, P.,M., R., Crescimento de *Coffea arabica* L. cv Catuai Rubi MG-1192 em diferentes regimes hídricos durante a estação seca dos cerrados. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, (3. : 2003 : Porto Seguro). **Anais**. Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. (447p.), p. 119-120.

PEREIRA, A. R., VILLA NOVA, N. A., SEDIYAMA, G. C., **Evapotranspiração**, Fundação Estadual Agrária Luiz d Queiroz FEALQ Piracicaba, 1997, 183 p. il.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In RENA, A. B.; MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. (ed). Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a qualidade. Piracicaba: **POTAFOS**, 1986. p. 13-85.

RENA, A. B.; NACIF, A. P. de; GUIMARÃES, P. T. G.; BARTHOLO, G. F. Plantios adensados de café: aspectos morfológicos, ecofisiológicos, fenológicos agrônômicos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p.61-70, 1998.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GONTIJO, P. de T.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE

CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, p.73 – 85, 1994.

SAKAI, E.; IAFFE, A.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. M. de; SILVA, A. E.; CALHEIROS, R. O. de; QUAGLIA, L. Crescimento do cafeeiro em diferentes espaçamentos, na fase de formação com irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27, 2001, Uberaba. **Resumos...** Uberaba, 2001. p. 308.

SANTANA, M. S.; OLIVEIRA, C. A. DA S.; QUADROS, M. **Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de irrigação localizada.** Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 644-653, set./dez. 2004.

SANTINATO, R.; GONZAGA, A.; NEVES, C. P.; SENNA, C. A.; SILVA, A. A. Modo de adubação NK no cafeeiro irrigado por gotejamento em região com déficit hídrico limitante à cultura de Coffea Arábica – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 15, Maringá. **Anais...** Maringá, p. 225 – 229, 1989b.

SANTINATO, R.; CAMARGO, A. P.; VERRAED, I. J.; YAMAMUSHI, C. A. & HORIO, C. Y. Irrigação de cafezal com sistema tripas (tripa plástica e válvula CS) em região hídrica marginal para café arábica. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 15 Maringá/ PR. **Anais...** Maringá, p. 198 – 204, 1989a.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café 199-** . 146p.

SCALCO, M. S.; FARIA, M. A. de; CARVALHO, C. H. M. de ; MORAIS, A. R de; SILVA, É. L. da; GUIMARÃES, R. J., Desenvolvimento inicial do cafeeiro irrigado e não irrigado em diferentes densidades de plantio. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). **Anais.** Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. (CD-ROM), p. 521-527.

SCALCO, M. S; MORAIS, A. R. de; COLOMBO, A.; CARVALHO, C. H. M. de; FARIA, M. A. de; MELO, L. Q. DE; SILVA, É. L. da. Influência de diferentes critérios de irrigação e densidades de plantio sobre o crescimento inicial do cafeeiro. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada (5. : 2002 : Araguari, MG). **Anais.** Uberlândia : UFU, 2002. (192p.), p. 150-155.

SCALCO, M. S.; CARVALHO, C. H. M. de; COLOMBO, A.; PAIVA, L. C.; RIBEIRO, A., SÁTIRO A.; FARIA, M. A. DE; GOMES, R. A. Avaliação do

crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes critérios, momentos de irrigação e densidades de plantio. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, (3. : 2003 : Porto Seguro). **Anais**. Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. (447p.), p. 116-117.

SCALCO, M. S.; RIBEIRO, A. A. S.; COLOMBO, A.; FARIA, M. A. de; PAIVA, L. C.; CARVALHO, C. H. M. de. Panorama da cafeicultura irrigada na região do Sul de Minas Gerais. **Cafeicultura**, Patrocínio, v.2, n.6, p. 26-27, maio. 2003.

SILVA, E.A.da., Periodicidade do crescimento vegetativo em *Coffea arabica* L. relações com a fotossíntese em condições de campo. Viçosa : UFV, 2000. 31p. : il. (**Dissertação** - mestrado em Fisiologia Vegetal) Orientador: Fábio Murilo Da Matta.

Sistema irriga plus; Disponível em:

http://www.irriga.com.br/produtos_compl.jsp, acesso em abril de 2006.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance, Washington,v.30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, E. L. da, PEREIRA, G. M., CARVALHO, J. A., VILELE, L. A. A., FARIA, M. A., Manejo da irrigação das principais culturas, Lavras, UFLA/FAEPE, 2000, 85p. il.

SILVA, J. C. P. DA; SAMPAIO, J. B. R.; OLIVEIRA, C. A. S.; NAZARENO, R. B., Análise do crescimento da parte aérea do cafeeiro Acaia Cerrado MG 1474 em quatro espaçamentos e dois regimes hídricos, no cerrado. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). **Anais**. Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. (CD-ROM), p. 443-451.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro**: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central.. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 46p. (EMBRAPA - CNPAF. Circular técnica, 27).

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 274p.

VAN GENUCHTEN, M, T, A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soils Science Society American Journal**,Madison, n. 5, Spt/Oct. 44:892-898, 1980.

VILELA, L. A. A.; MARTINS, C. de P. GOMES, NATALINO M. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado por pivô central, sob diferentes lâminas de irrigação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, (3. : 2003 : Porto Seguro). **Anais**. Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. (447p.), p. 120-121.

KARASAWA, S. Crescimento e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada. Lavras : UFLA, 2001 (**Dissertação** - Mestrado em Engenharia Agrícola), 72p.

7 ANEXO

TABELA 11: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
20	7,242	A	20	2,901	A	60	3,182	A	20	1,41	A
100	6,711	A	0	2,669	A	140	3,023	A	140	1,241	A
140	6,552	A	60	2,653	A	20	2,963	A	100	1,120	A
60	6,000	B	100	2,568	A	100	2,859	A	60	0,892	A
0	5,239	B	140	1,958	A	0	2,177	B	0	0,63	A

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 12: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
60	1,948	A	20	3,237	A	20	1,590	A	20	1,656	A
20	1,838	A	100	2,99	A	100	1,116	B	140	1,512	A
140	1,484	B	60	2,688	A	60	1,085	B	100	1,510	A
100	1,401	B	140	2,048	B	0	0,677	C	60	1,068	B
0	0,463	C	0	0,791	B	140	0,629	C	0	0,474	C

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 13: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
60	7,461	A	60	4,317	A	100	3,844	A	100	4,418	A
20	7,349	A	100	3,953	A	60	3,588	A	140	4,145	A
100	7,211	A	0	3,556	A	20	3,522	A	20	3,870	A
140	6,277	B	20	3,392	A	140	3,466	A	0	3,750	A
0	4,6457	C	140	3,088	A	0	2,029	B	60	3,140	A

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 14: Valores médios de taxa de crescimento em altura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
20	1,593	A	20	3,122	A	20	3,326	A	20	1,708	A
60	1,495	A	60	3,105	A	60	3,061	B	60	1,588	A
140	1,281	A	100	2,403	A	100	2,526	C	100	1,392	A
100	1,213	A	140	1,596	B	140	2,171	D	140	1,358	A
0	0,781	B	0	0,561	C	0	1,339	E	0	0,323	B

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 15: Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
20	10,469	A	20	2,469	A	60	2,248	A	60	2,809	A
60	9,931	A	60	2,271	A	100	2,193	A	100	2,749	A
100	9,692	A	140	2,142	A	20	2,108	A	140	2,693	A
140	9,174	A	100	2,097	A	0	2,086	A	0	2,692	A
0	8,747	A	0	1,555	B	140	1,896	A	20	2,498	A

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 16: Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
20	2,345	A	60	2,436	A	20	2,409	A	20	2,728	A
100	2,131	A	20	2,266	A	60	0,792	B	60	2,057	A
60	1,950	A	140	0,848	B	0	0,510	B	140	0,446	B
140	1,280	B	100	0,801	B	140	0,436	B	0	0,397	B
0	0,650	B	0	0,509	B	100	0,354	B	100	0,323	B

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 17: Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

	Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
100	9,822	A		60	2,589	A	20	4,987	A	20	5,304	A
20	9,731	A		20	2,484	A	60	4,798	A	100	5,217	A
60	9,481	A		140	2,192	B	100	4,750	A	0	4,727	B
140	8,477	B		0	2,086	B	0	4,586	B	60	4,638	B
0	7,818	B		100	1,919	B	140	4,319	B	140	4,588	B

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 18: Valores médios de taxa de crescimento em diâmetro de copa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

	Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
60	3,720	A		20	3,978	A	20	4,389	A	20	2,105	A
20	3,480	A		60	3,525	A	60	0,513	B	60	1,338	B
100	2,502	B		100	0,733	B	100	0,513	B	100	0,963	B
140	1,343	C		0	0,721	B	140	0,276	B	140	0,686	B
0	0,546	C		140	0,297	B	0	0,448	C	0	0,550	B

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 19: Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

	Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
100	1,291	A		60	2,194	a	20	1,717	A	20	1,278	A
60	1,236	A		20	2,083	A	60	1,264	A	60	1,253	A
140	1,194	A		100	2,083	A	140	1,194	A	0	1,208	A
20	1,180	A		140	1,944	A	0	1,094	A	100	1,179	A
0	1,056	A		0	1,268	B	100	1,013	A	140	1,090	A

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 20: Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 2500 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
20	9,000	A	60	1,416	A	20	3,325	A	20	1,222	A
100	8,777	A	20	1,084	A	100	3,096	A	60	1,166	A
60	8,166	A	100	1,031	A	140	2,972	A	100	1,111	A
140	7,805	A	0	0,876	A	60	1,797	B	140	0,650	B
0	5,972	B	140	0,749	A	0	0,421	C	0	0,531	B

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 21: Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (*Coffea arábica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos de chuva dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plantas.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Chuva 1			Chuva 2			Chuva 3			Chuva 4		
20	1,416	A	60	3,139	A	60	3,083	A	20	5,069	A
140	1,219	A	140	2,639	A	140	2,250	A	60	4,599	B
100	1,277	A	100	2,638	A	20	1,916	A	100	4,337	B
60	1,208	A	20	2,569	A	100	1,885	A	140	4,220	B
0	1,096	A	0	2,199	A	0	1,698	A	0	2,833	C

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 22: Valores médios de taxa de crescimento em número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (*Coffea arábica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos dos anos de 2001 a 2005, para a densidade de 10000 plts.ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

Seca 1			Seca 2			Seca 3			Seca 4		
60	8,666	A	60	1,416	A	20	5,525	A	20	1,058	A
20	8,611	A	20	1,390	A	100	4,777	B	60	0,907	A
100	8,500	A	100	1,230	A	60	4,507	B	100	0,762	B
140	8,444	A	140	0,832	B	140	3,470	C	140	0,650	B
0	6,361	B	0	0,633	B	0	1,158	D	0	0,451	C

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 23: Valores médios de taxa de crescimento em Altura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha⁻¹ e 10000 plantas. ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

2500 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	0,601 b	2,080 b	1,697 b	1,756 b	1,418 b
Período chuvoso	2,679 a	3,630 a	3,181 a	3,314 a	3,193 a
10000 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	0,757 b	2,437 b	2,312 b	1,883 b	1,601 b
Período chuvoso	3,495 a	4,533 a	4,626 a	4,856 a	4,243 a

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 24: Valores médios de taxa de crescimento em Diâmetro de copa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha⁻¹ e 10000 plantas. ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

2500 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	0,516 b	2,437 b	1,800 b	0,902 b	0,752 b
Período chuvoso	3,770 a	4,386 a	4,315 a	4,183 a	3,976 a
10000 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	0,667 b	3,488 b	2,275 b	1,178 b	0,65 b
Período chuvoso	4,804 a	5,627 a	5,376 a	5,440 a	4,893 a

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 25: Valores médios de taxa de crescimento em Numero de ramos plagiotrópicos de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) entre diferentes critérios de irrigação e sem irrigação, dentro dos períodos secos e chuvosos, para as densidades de 2500 plantas. ha⁻¹ e 10000 plantas. ha⁻¹. UFLA, Lavras/MG, 2006.

2500 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	1,950 a	3,657 a	3,136 a	3,560 a	3,045 a
Período chuvoso	1,157 a	1,564 b	1,486 b	1,392 b	1,355 b
10000 plantas.ha ⁻¹	0	20	60	100	140
Período seco	2,138 a	4,146 a	3,874 A	3,817 a	3,349
Período chuvoso	1,956 a	2,743 a	9,007 a	2,534 a	2,600

Medias seguidas de mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 26: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Altura, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	2500 plantas. ha ⁻¹ QM	10000 plantas. ha ⁻¹ QM
Período	1	114,115**	260,880**
Tratamento	4	6,427*	10,72**
Período *Tratamento	4	0,473**	0,972**
Erro	150	1,568	1,576
Período / 0	1	34,532**	60,236**
Período / 20	1	19,213**	35,145**
Período / 60	1	17,628**	42,855**
Período / 100	1	19,420**	70,689**
Período / 140	1	25,215**	55,843**
Resíduo	150	2,316	1,568
CV (%)		64,62	40,74
Media geral		2,350	3,074

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

TABELA 27: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Diâmetro de copa, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	2500 plantas. ha ⁻¹ QM	10000 plantas. ha ⁻¹ QM
Período	1	323,180**	590,617**
Tratamento	4	0,674*	29,222**
Período *Tratamento	4	2,835**	12,885**
Erro	150	4,558	4,55
Período / 0	1	84,675**	239,509**
Período / 20	1	30,379**	36,591**
Período / 60	1	50,247**	76,96**
Período / 100	1	86,093**	145,364**
Período / 140	1	83,127**	143,994**
Resíduo	150	5,600	4,558
CV (%)		87,49	64,57
Media geral		2,70	3,30

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

TABELA 28: Análise de variância contendo os quadrados médios da característica Número de ramos plagiotrópicos, para os períodos de chuva e seca e sua relação com os tratamentos estudados, para as duas densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2006.

FV	GL	2500 plantas. ha ⁻¹ QM	10000 plantas. ha ⁻¹ QM
Período	1	111,235 ^{**}	32,157 ^{**}
Tratamento	4	5,261 ^{n.s.}	10,639 ^{n.s.}
Período *Tratamento	4	2,287 ^{n.s.}	1,880 ^{n.s.}
Erro	150	4,739	5,708
Período / 0	1	5,033 ^{n.s.}	0,262 ^{n.s.}
Período / 20	1	35,041 ^{**}	15,752 ^{n.s.}
Período / 60	1	21,77 [*]	6,011 ^{n.s.}
Período / 100	1	35,682 ^{**}	13,161 ^{n.s.}
Período / 140	1	22,848 [*]	4,489 ^{n.s.}
Resíduo	150	4,739	5,708
CV (%)		87,94	79,20
Media geral		2,225	3,016

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelos teste de F.

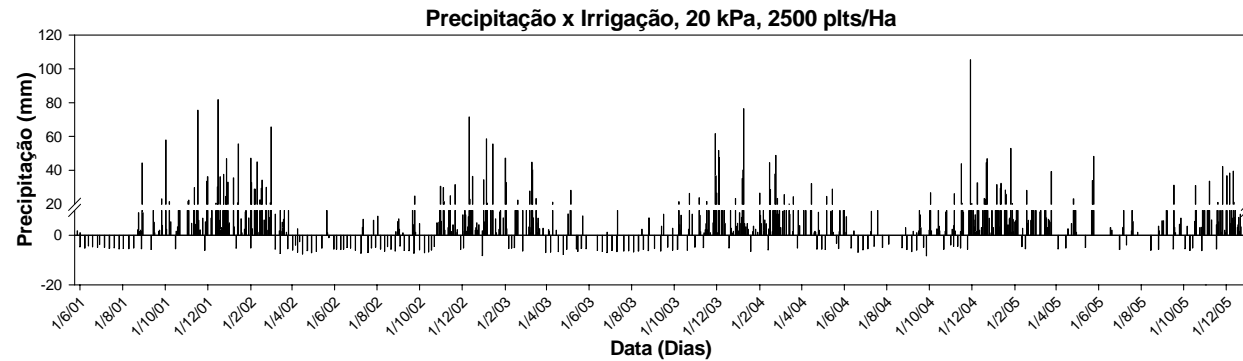


FIGURA 6: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 20 KPa na densidade de 2500 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

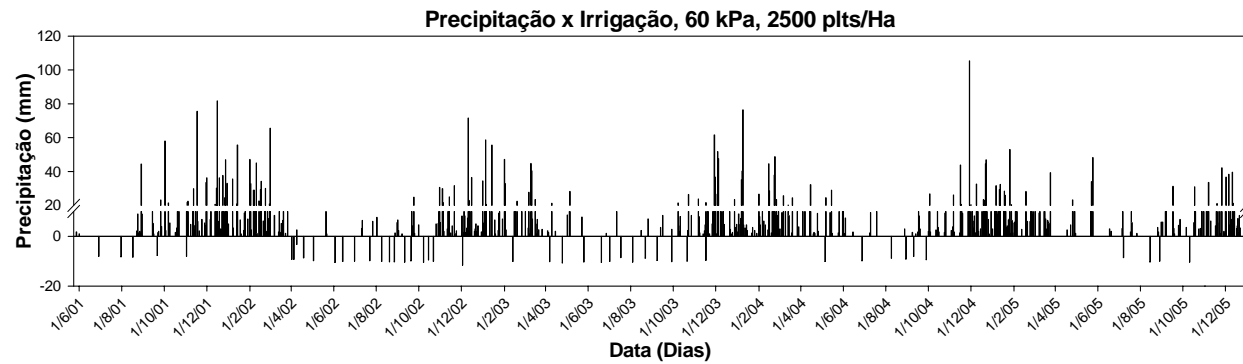


FIGURA 7: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 60 KPa na densidade de 2500 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

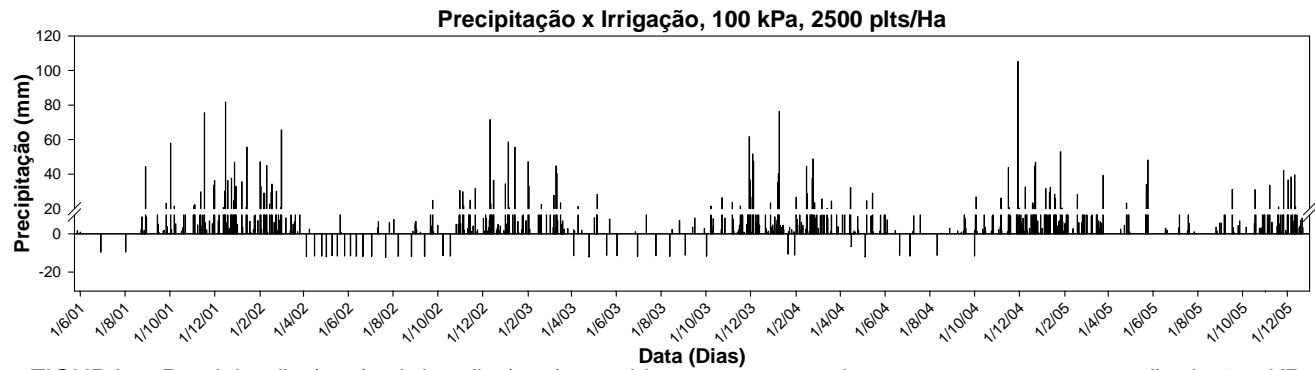


FIGURA 8: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 100 KPa na densidade de 2500 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

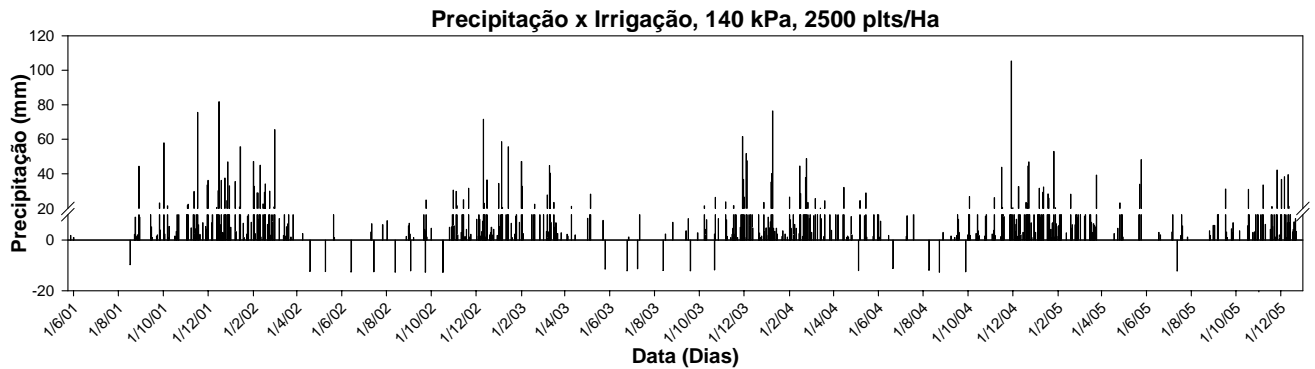


FIGURA 9: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 140 KPa na densidade de 2500 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

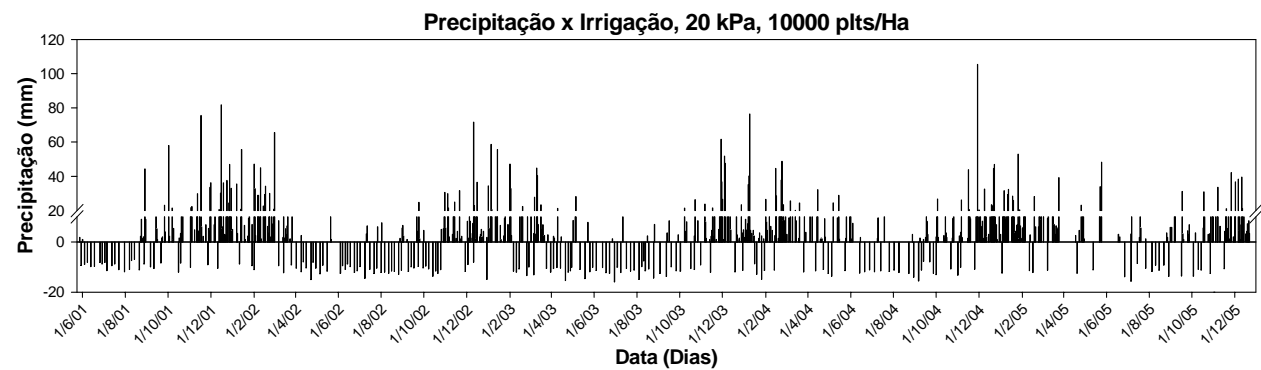


FIGURA 10: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 20 KPa na densidade de 10000 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

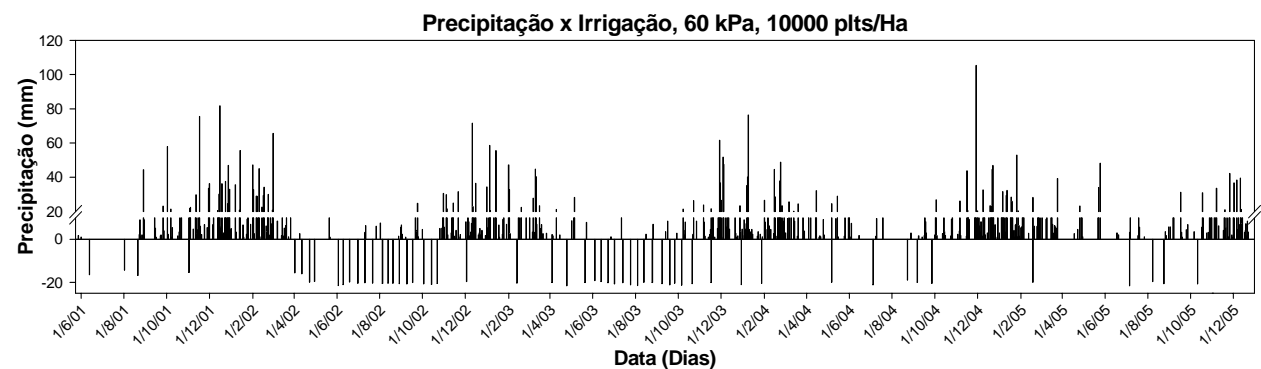


FIGURA 11: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 60 KPa na densidade de 10000 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

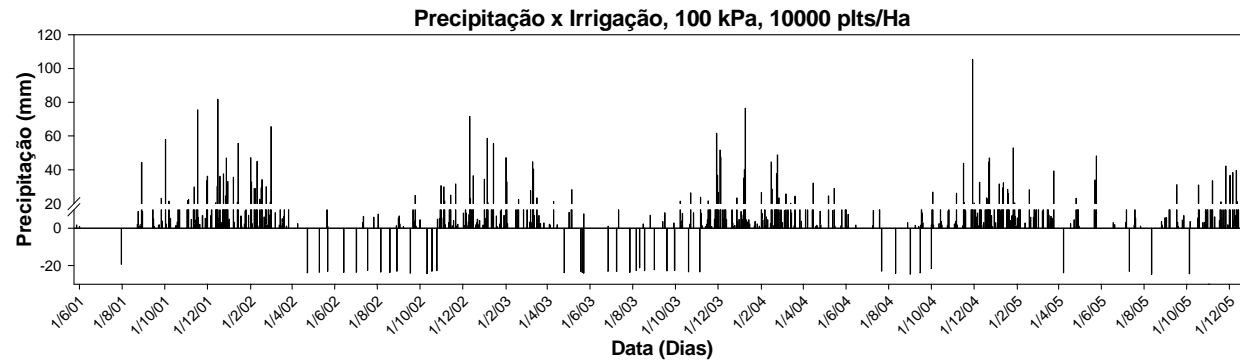


FIGURA 12: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 100 KPa na densidade de 10000 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

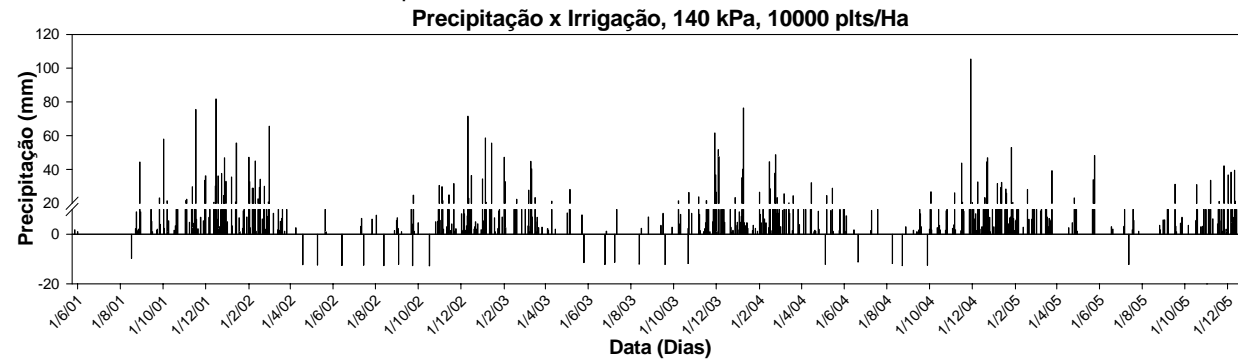


FIGURA 13: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 140 KPa na densidade de 10000 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.

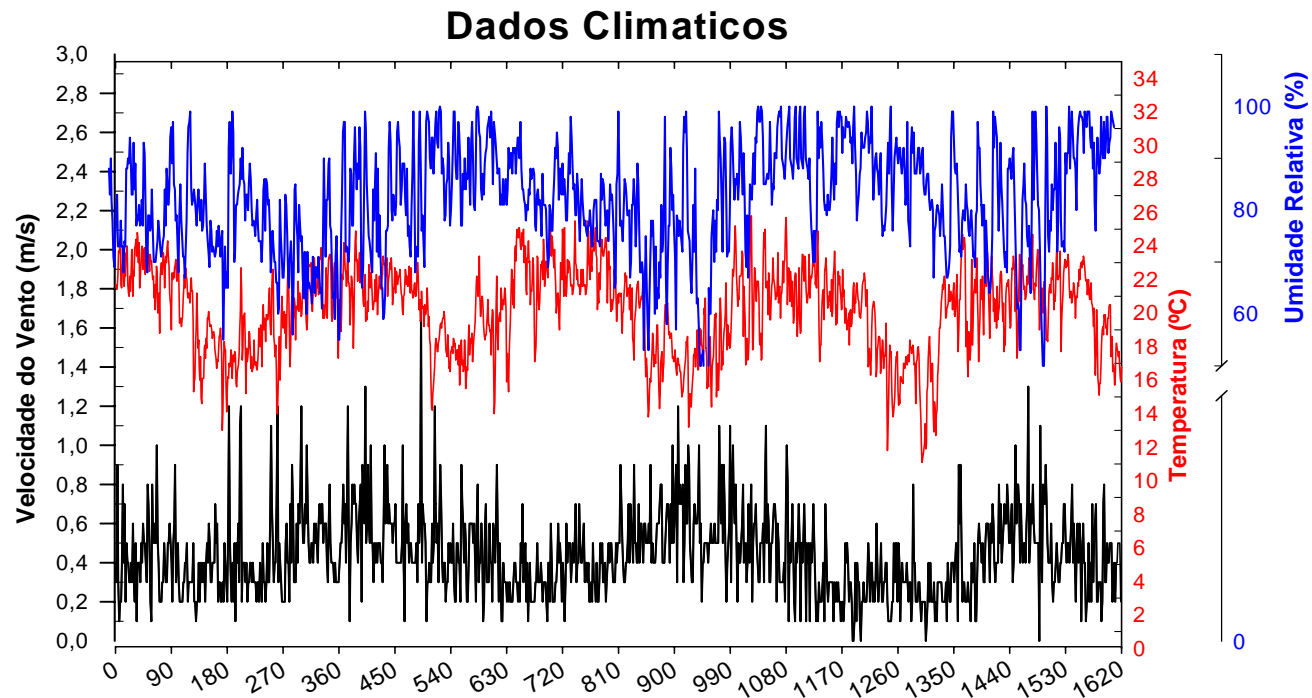


FIGURA 41: Precipitação (mm) e irrigação (mm) ocorrida entre os anos de 2001 a 2005 para a tensão de 140 KPa na densidade de 10000 plantas/Ha, Lavras, UFLA, 2006.