

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ARIANY DAS GRAÇAS TEIXEIRA

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA COM E  
SEM IRRIGAÇÃO NAS REGIÕES DAS MONTANHAS DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO**

ALEGRE  
ESPÍRITO SANTO  
2014

ARIANY DAS GRAÇAS TEIXEIRA

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA COM E SEM IRRIGAÇÃO NAS REGIÕES DAS MONTANHAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração em Fitotecnia. Orientador: Prof. D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral.

ALEGRE  
ESPÍRITO SANTO  
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

T266c Teixeira, Ariany das Graças, 1987-  
Comportamento de cultivares de café arábica com e sem irrigação nas regiões das montanhas do estado do Espírito Santo / Ariany das Graças Teixeira. – 2014.  
55 f. : il.

Orientador: José Francisco Teixeira do Amaral.

Coorientadores: Maria Amélia Gava Ferrão; Edvaldo Fialho dos Reis.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Água. 2. Irrigação. 3. Café. 4. Café – Cultivo. 5. Precipitação (Meteorologia). I. Amaral, José Francisco Teixeira do. II. Ferrão, Maria Amélia Gava. III. Reis, Edvaldo Fialho dos. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

---

**ARIANY DAS GRAÇAS TEIXEIRA**

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA COM  
E SEM IRRIGAÇÃO NAS REGIÕES DAS MONTANHAS DO  
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração Fitotecnia.

Aprovada em 30 de julho de 2014.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



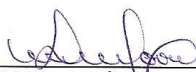
---

Prof. D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral  
Universidade Federal do Espírito Santo  
CCA/UFES-Orientador



---

Prof. D.Sc. Edvaldo Fialho dos Reis  
Universidade Federal do Espírito Santo  
CCA/UFES- Coorientador



---

D.Sc. Maria Amélia Gava Ferrão  
Embrapa Café/Incaper- Coorientadora



---

Prof. D.Sc. Aldemar Polonini Moreli  
IFES/Campus Ibatiba

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter proporcionado paciência, sabedoria e fé para conseguir concluir o meu trabalho;

Aos meus pais pelo carinho e pelas orações e aos meus irmãos pelo companheirismo e apoio incondicional;

Ao meu orientador Prof. D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral pela dedicação e pelo apoio para o desenvolvimento e a conclusão deste trabalho;

Ao meu coorientador Prof. D.Sc. Evaldo Fialho dos Reis pela paciência e compressão, e por ter me ajudado nos momentos mais difíceis;

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pela disponibilização dos dados experimentais e a todos os servidores que contribuíram para a realização deste trabalho;

À pesquisadora D.Sc. Maria Amélia Gava Ferrão e ao Prof. D.Sc. Aldemar Polonini Moreli, pelo apoio, pela oportunidade e pela dedicação para desenvolver o trabalho;

Ao CCA/UFES e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos meus amigos que de maneira direta ou indireta me ajudaram (Larissa, Vanessa, Danieli, Maiara, Amarilson, Rogério, Joabe e Luan) pelo apoio e pela amizade.

## **BIOGRAFIA**

Ariany das Graças Teixeira, filha de Elvino Bernadino Teixeira e Ana Maria dos Reis Teixeira, nasceu em Urucânia, estado de Minas Gerais, no dia 28 de novembro de 1987. Em 2008, ingressou no Instituto Federal do Sudeste de Minas, Campus Rio Pomba-IF, no curso de Agroecologia, diplomando-se em março de 2012. Em agosto de 2012, ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), na linha de pesquisa em Fitotecnia, sob orientação do Professor D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral, tendo sido concluído em 30 de julho de 2014, conferindo-lhe o título de Mestre em Produção Vegetal.

## RESUMO GERAL

TEIXEIRA, Ariany das Graças. Universidade Federal do Espírito Santo. Julho de 2014. Comportamento de cultivares de café arábica com e sem irrigação nas regiões das montanhas do Estado do Espírito Santo. Orientador: José Francisco Teixeira do Amaral. Coorientadores: Maria Amélia Gava Ferrão e Edvaldo Fialho dos Reis.

O estado do Espírito Santo se destaca por ser o terceiro maior produtor de *Coffea arabica* L., sendo seu cultivo predominantemente realizado em grande parte por agricultores familiares. Em algumas situações a baixa produtividade está relacionada ao déficit hídrico. Diversos estudos têm demonstrado a importância da irrigação para o incremento da produtividade, bem como para a melhoria da qualidade do café. Objetivou-se com esse estudo, avaliar o comportamento de quatro cultivares de cafeeiro arábica sob os sistemas de irrigação por aspersão e microjet. Foram conduzidos no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) dois experimentos para cada uma das quatro cultivares, um no sistema de irrigação convencional e o outro sistema de irrigação localizada microjet, em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, sendo as parcelas representadas pela irrigação em dois níveis (irrigado e não irrigado) e as subparcelas, pelas cultivares Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192, Paraíso MG 419-1 e Obatã IAC 1669 20, em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cinco plantas por parcela. De acordo com os resultados obtidos, o cafeeiro apresentou produtividade acentuada para os sistemas de cultivo. Os resultados foram comparados em nível de 5% de probabilidade, pelo teste “t” de Student para as variáveis vegetativas, produtivas e parâmetros de qualidade. Para as características vegetativas como altura da planta, número de ramos produtivos e número de rosetas por ramos não foram verificadas diferenças significativas para os sistemas de irrigação (localizada microjet e aspersão). Dessa forma, os resultados podem ter sido influenciados pelos altos índices pluviométricos ocorridos na região, induzindo semelhança entre os cultivos nos sistemas.

Palavras-chave: água, *Coffea arabica* L., precipitação.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, Ariany das Graças. Universidade Federal do Espírito Santo. July, 2014. Behavior of cultivars of arabica coffee with and without irrigation in regions of the mountains of the state Espírito Santo. Advisor: José Francisco Teixeira do Amaral. Co-advisors: Maria Amélia Gava Ferrão; Edvaldo Fialho dos Reis.

The Espírito Santo state stands out for being the third largest producer of *Coffea arabica* L., and its cultivation predominantly done largely by farmers. In some situations the low productivity is related to water deficit. Several studies have demonstrated the importance of irrigation to increase productivity and to improve the quality of coffee. Several studies have been demonstrating the importance of irrigation to increase productivity and to improve the quality of coffee. The objective with this study was to evaluate the behavior of four cultivars of Arabica coffee systems under sprinkler and microjet irrigation. Were conducted at Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural Two experiments for each of the four cultivars, one of the conventional irrigation system and another microjet irrigation system located in split plot layout 2 x 4, being in the plots in two irrigation levels (irrigated and non-irrigated) and cultivars (Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192, Paraíso MG 419-1 and Obatã IAC 1669 20) as subplot a randomized block design with four replications, five plants per plot. According to the results, the coffee showed an increased productivity for cropping systems, though not differing from the non-irrigated and irrigated system. The results were compared to the 5% level of probability, the "t" of student for the vegetative, productive and quality parameters variables. For vegetative traits as plant height, number of branches and number of rosettes by branches no significant differences for the irrigation system were verified microjet located, but also to the sprinkler irrigation system. Thus allow the results justify due to heavy rainfall in the area similarity between systems.

Keywords: Water, *Coffea arabica* L. precipitation.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 A CULTURA DO CAFÉ.....	10
2.2 ÁGUA E O CAFEIRO.....	12
2.3 AGRICULTURA IRRIGADA.....	13
2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	15
2.5 AGRICULTURA E O CLIMA.....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 LOCAL, CULTIVARES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
3.2 OS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	21
3.3 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS .....	22
3.4 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1 PRECIPITAÇÕES .....	24
4.2 CRESCIMENTO VEGETATIVO.....	30
4.3 PRODUTIVIDADE.....	39
4.4 QUALIDADE DOS GRÃOS.....	41
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo destaca-se no cenário nacional como o terceiro maior produtor de café arábica. A cultura está presente em 49 municípios capixabas localizados principalmente na região serrana, e no Caparaó, envolvendo em sua maioria pequenos e médios produtores, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras (INCAPER, 2010).

A busca por produtividade juntamente com a qualidade dos grãos do cafeeiro faz-se necessária, uma vez que o mercado consumidor está cada vez mais exigente, o que desencadeia novas tecnologias de manejo para atender essa demanda de mercado.

Dentre essas tecnologias destaca-se a irrigação, importante fator responsável pelo incremento da produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro. Entretanto, o manejo da irrigação a ser implantado, muitas vezes, não considera a quantidade de água necessária a ser aplicada, principalmente, nos períodos críticos para cultura, que se situam na fase de máximo crescimento vegetativo e produtivo, tornando o sistema inadequado para o desenvolvimento da cultura. O cultivo do café arábica irrigado no Espírito Santo não é muito utilizado, uma vez que se acredita que são cultivados em sua maioria em regiões climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. No entanto, sistemas de irrigação estão sendo implantados nessas regiões com o objetivo de quantificar e qualificar a produção dos cafeeiros.

Nesse contexto, a água é um fator importante para o cafeeiro, já que as plantas necessitam da mesma para realizar suas funções metabólicas, permitindo a elas capacidade de transportar nutrientes, realizar fotossíntese, respiração e transpiração. Logo, uma vez que ocorre déficit hídrico, essas funções não são realizadas com total eficiência, acarretando queda na produtividade. Para que tal limitação não aconteça, a irrigação surge como alternativa no manejo, de modo a favorecer a conclusão dos ciclos fenológicos. Para Camargo (1985), a irrigação tem como objetivo atender a necessidade hídrica das plantas nos períodos críticos. Assim, é de suma importância aplicá-la na quantidade ideal, uma vez que, insuficiente, prejudica o desenvolvimento

do sistema radicular e, em excesso, provoca lixiviação de nutrientes, consumo de energia e água desnecessários.

A agricultura irrigada brasileira apresenta como foco apenas a produtividade das culturas. Mas, essa visão convencional está perdendo espaço para uma agricultura mais sustentável, que visa à eficiência da utilização da água e à conservação do meio ambiente, com o objetivo final de produtividade e rentabilidade das culturas (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

Apesar da grande importância social e econômica do cultivo do café, a produtividade média da cultura ainda é considerada baixa, com oscilações na produção. Um dos fatores que tem contribuído para esse limite é a ocorrência de déficit hídrico durante os períodos de florescimento e enchimentos dos grãos (FERRÃO et al., 2009). No Estado do Espírito Santo, o cultivo do cafeeiro arábica apresenta-se apto em 12% da área total, sendo cultivado em todas as regiões do estado, com exceção da região Norte (PEZZOPANE et al., 2012).

Diante deste cenário, é importante desenvolver pesquisas que visem o estudo de práticas alternativas de manejo, em regiões consideradas propícias ao cultivo do cafeeiro arábica. Dentre elas, a implantação de novas tecnologias como os sistemas de irrigação adequados, de modo a alcançar a eficiência, atendendo as finalidades básicas como: quando e quanto irrigar, questionamentos se servirão de base para suprir as necessidades hídricas das culturas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o comportamento fitotécnico de cultivares de *Coffea arabica* L., em sistemas irrigado e não irrigado na região de montanha do Estado do Espírito Santo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO CAFÉ

A planta de café é originária da Etiópia, centro da África, onde ainda pode ser encontrada na vegetação natural. Por meio dos holandeses, o cultivo do café foi levado para as colônias europeias, que com o crescente mercado consumidor europeu propiciou sua expansão em países africanos e a chegada ao Novo Mundo, e posteriormente ao norte do Brasil (SOUZA et al., 2004; ABIC 2011). O café arábica tornou-se uma cultura produtiva no Estado do Espírito Santo na segunda década do século XIX, com destaque na economia a partir de 1850 com a chegada dos imigrantes italianos e alemães. De início, os cafeeiros foram plantados no sul do estado e na região serrana, logo depois o seu cultivo foi levado para o norte do rio Doce, ocupando áreas recém-desbravadas da Mata Atlântica. Entre 1962 e 1970 houve uma crise setorial, com a qual o Governo Federal lançou o plano de erradicação dos cafezais que acabou atingindo 53% da área de café no Espírito Santo, a partir de então, implantou-se a cafeicultura concentrada à região de montanhas (CETCAF, 2011).

O gênero *Coffea*, família *Rubiaceae*, apresenta cerca de 80 espécies de cafeeiros, e dentre as mais cultivadas estão *Coffea arabica* L. (cafeeiro arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex-Froehner (cafeeiro robusta), que são responsáveis, respectivamente, por 74% e 25% da produção mundial de café comercial, sendo que as demais espécies produzem apenas 1% (CARDOSO, 1994). A espécie *Coffea arabica* L. apresenta um grande número de variedades e cultivares, dentre as quais algumas apresentam alto valor econômico. Entre as cultivares mais conhecidas e indicadas pertencentes a esta espécie citam-se o Mundo Novo, a Acaiá, o Catuai Vermelho e Amarelo, o Icatu Amarelo e Vermelho (ARÊDES, 2011).

A espécie *Coffea arabica* L. é considerada como uma planta tropical de altitude, adaptada a clima úmido e temperaturas amenas (SANTOS, 1999). Segundo a literatura, as temperaturas consideradas ótimas para o crescimento do cafeeiro estão em torno de 17 a 23 °C e altitudes entre 450 e 850 m, sendo as regiões com altitudes entre 850 a 1000 m consideradas aptas, com restrição. Temperaturas médias superiores a 23 °C podem prejudicar a

frutificação, conseqüentemente reduzir a produtividade, tornando áreas inaptas ao cultivo do cafeeiro. Outro fator limitante à produção do cafeeiro é o índice pluviométrico, sendo considerado ideal um índice de 1200 mm anuais, e quando inferior a 150 mm mensal é considerado baixo para o desenvolvimento do cafeeiro. (MATIELLO, 1991; EMBRAPA CAFÉ, 2012; DADALTO e BARBOSA, 1995).

O Brasil destaca-se no cenário mundial como o maior produtor de café, além de ser o segundo maior consumidor. As áreas cafeeiras estão concentradas nas regiões sudeste e sul do país, onde se destacam quatro estados produtores: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná, já na região nordeste as plantações estão concentradas no Estado da Bahia, e na região norte destaca-se o Estado de Rondônia (MAPA, 2013).

Atualmente, a área total com o cultivo de café no Brasil ocupa 2.282.619 hectares. Desse total, 327.299,7 hectares (14,34%) estão em formação e 1.955.319,3 hectares (85,66%) estão em produção (CONAB, 2014).

O Estado do Espírito Santo é considerado o terceiro maior produtor de *Coffea arabica* L. do Brasil, sendo produzido em 49 municípios capixabas, em regiões com altitude superior a 500 metros, envolvendo em torno de 24 mil propriedades. Aproximadamente 75% da produção advêm das regiões do Caparaó e Serrana, cujos principais municípios são Brejetuba, Iúna, Vargem Alta, Muniz Freire, Ibatiba, Irupi e Afonso Cláudio (INCAPER, 2010). Segundo dados da CONAB (2013), a produtividade média de café arábica alcançou 19,40 sacas por hectare no Estado do Espírito Santo, para a safra de 2013, ano com aumento significativo na produção. Fato esse devido à renovação e ao revigoramento das lavouras sobre novas bases tecnológicas, e condições climáticas favoráveis, para uma boa floração, fertilização adequada para formação de frutos, associada ao bom vigor vegetativo das lavouras.

## 2.2 ÁGUA E O CAFEIEIRO

A água é o fator mais limitante para o desenvolvimento vegetal. De acordo com Taiz e Zeiger (2009), a produtividade dos agroecossistemas agrícolas é limitada pela pouca disponibilidade de água. Além disso, os tecidos vegetais em crescimento são constituídos de 80% a 95% de água, sendo fundamental para a planta. Desequilíbrio no fluxo de água absorvida pelas raízes, transportada pelo xilema e perdido para a atmosfera, pode ocasionar déficits hídricos, comprometendo o desenvolvimento vegetal. A água é também de fundamental importância para a fotossíntese, podendo ser afetada pela falta da mesma e por altas temperaturas. Sendo que sob longos períodos de seca, juntamente com as altas temperaturas a transpiração é reduzida devido ao fechamento estomático, possibilitando perdas na assimilação líquida de carbono (RENA E MAETRI, 2000).

A absorção, a condução e a perda de água fazem parte do balanço hídrico das plantas, sendo esses considerados processos básicos (COSTA, 2010). Uma vez que os processos não estão em níveis de relação positiva poderá acarretar o déficit hídrico, ou seja, a falta de precipitação leva a redução do conteúdo de água no solo, submetendo as plantas ao déficit (PAIVA e OLIVEIRA, 2006). Os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas podem ser prejudicados pela deficiência hídrica, dificultando o desenvolvimento e crescimento das mesmas, e conseqüente redução na produtividade agrícola. Porém, o excesso hídrico poderá ser favorável ao surgimento de pragas e doenças, ocasionar o escoamento superficial e a percolação de nutrientes (SATO, 2005).

Assim como as demais culturas, a água para o cafeeiro é de fundamental importância, bem como o conhecimento das suas relações hídricas. Dessa forma, uma baixa disponibilidade de água no solo poderá influenciar diretamente no crescimento das plantas, mesmo que visualmente não seja possível observar sinais de déficit hídrico, como murcha das folhas. Visto isso, a queda no crescimento ocasionará menor produção de nós para a formação de flores, conseqüentemente, menor produção de frutos (Da MATTA e RENA 2000). Segundo Silva et al. (2009), o florescimento dos cafeeiros está sendo associado com o déficit de água nas plantas, que quebrariam a dormência das

gemas florais totalmente distintas, induzindo seu florescimento após o fornecimento de água por chuvas e/ou irrigação.

O cafeeiro é considerado uma planta tolerante à seca, no entanto, a chuva precisa ser bem distribuída, com precipitação anual ótima variando entre 1.200 e 1.800 mm (RENA e MAESTRI, 1994). É uma cultura que necessita em seu ciclo fenológico de períodos secos para o crescimento das raízes e maturação dos ramos. Desse modo, o cafeeiro apresenta interação entre as fases fenológicas de frutificação e o efeito das deficiências hídricas que estas não devem ocorrer nas fases consideradas críticas; como granação, de janeiro a março; maturação, gemação em abril, maio e junho; frutificação e expansão (fase crítica), em outubro, novembro e dezembro. E dormência (fase não crítica) em julho, agosto e setembro. A deficiência hídrica acentuada na fase de frutificação ou expansão afeta o crescimento dos grãos, sendo que na fase de granação os grãos podem ficar chochos ou mal granados (CAMARGO, 1985). Na fase de colheita, a necessidade hídrica do cafeeiro é menor, assim, as regiões mais secas e frias, podem produzir café de melhor qualidade (MATIELLO et al., 1995).

### 2.3 AGRICULTURA IRRIGADA

O Brasil está entre os quatro países com maior área potencial para irrigação, apesar de uma pequena parte ser utilizada. O grande potencial se deve tanto à extensão territorial quanto ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis ao desenvolvimento da atividade. Estimou-se a área irrigada para 2012 em 5,8 milhões de hectares, ou 19,6% do potencial nacional de 29,6 milhões de hectares, evidenciando o aumento expressivo da agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas, crescendo sempre a taxas superiores às do crescimento da área plantada total. O setor agrícola brasileiro é responsável por uma grande parte do uso da água no país, apesar de sua baixa utilização de áreas potencialmente irrigáveis. Diante disso, fica evidenciada uma maior atenção dos órgãos gestores com vista ao desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, em especial frente a investimentos com o Programa Mais Irrigação, com previsão de R\$ 10 bilhões investidos em 66 áreas do país nos

próximos anos. Assim, com a aprovação da nova Política Nacional de Irrigação em janeiro de 2013, revoga-se a antiga política de 1979 e fornece um novo marco legal para o desenvolvimento do setor (ANA, 2013).

Na irrigação, o uso da água deve-se apresentar eficiente de modo a alcançar a sustentabilidade do ambiente. Para conseguir a eficiência da água no sistema deve-se aperfeiçoar a estrutura de irrigação então existente, para atender os diferentes tipos de cultivo, com métodos de manejo adequados que acarretam melhorias nas técnicas que permitem assim o aumento da eficiência do uso da água (COELHO et al., 2005).

Para que um sistema de irrigação seja implantado é de fundamental importância um bom planejamento. Entretanto, alguns projetos são desenvolvidos nos sistemas de fluxo contínuo e de rotação, não levando em consideração a real necessidade hídrica da cultura, com quantidades inadequadas que reduzem sua eficiência. Alguns projetos utilizam o método de irrigação sem aperfeiçoamento técnico ideal, ou utilizam irrigação de baixa eficiência voltada para culturas de baixa rentabilidade. Nesse sentido, para que inicialmente possa adotar um projeto com eficiência deve-se utilizá-lo “conforme a demanda” da cultura, sendo que geralmente irriga-se mais que o necessário (COELHO et al., 2005).

No Brasil, a irrigação na cafeicultura iniciou-se na década de 50 no Estado de São Paulo. Os sistemas mais implantados nesses cultivos são os por aspersão ou localizada, com destaque para a irrigação por aspersão convencional (média pressão e canhão hidráulico), o autopropelido, o pivô central e o gotejamento (MANTOVANI, 2000).

A cafeicultura nacional apresenta-se 10% irrigada, ou seja, 21% da produção nacional, ressaltando a eficiência das lavouras irrigadas quando comparadas às de sequeiro, uma vez que são capazes de permitir maior segurança em anos de déficit hídrico mais pronunciado (SILVEIRA et al., 2012). O triângulo mineiro e o alto Paranaíba em Minas Gerais, o norte do Espírito Santo e a região oeste da Bahia antes considerados impróprios para o cultivo, agora produzem grãos de café de boa qualidade (SOARES et al., 2005).

Em regiões onde as precipitações são ideais para o desenvolvimento e a produtividade dos sistemas agrícolas, na falta da mesma, a irrigação poderá



ser utilizada de maneira a completar as chuvas, e aumentando a eficiência do uso. Ao suprir por meio da irrigação a demanda hídrica da cultura, nos momentos ideais, possibilita o aumento da produtividade.

A irrigação é uma prática importante para o crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, e, quando as plantas estão sob condições de estresse hídrico, provavelmente a produtividade será afetada. Segundo Mantovanni (2000), para que essa técnica seja eficiente é necessário o estabelecimento de critérios de aplicação de água na cultura (quando e como irrigar) para as diversas regiões e para os vários sistemas de irrigação.

Quando comparado os sistemas irrigados com não irrigados, em regiões com índices pluviométricos favoráveis ao cafeeiro, a produtividade dos grãos produzidos no sistema irrigado apresentou-se maior, mesmo com o aumento dos custos (ARÊDES et al., 2010). Porém, em sistemas de irrigação localizada, ocorre economia de água, uma vez que se molha apenas a região próxima à planta. Desta forma, a irrigação localizada é favorecida pelo fato de que, no primeiro ano de cultivo do cafeeiro, predomina-se a evaporação da água do solo sobre a transpiração da cultura (SANTANA et al., 2004).

Nos últimos anos, a busca por técnicas nos sistemas de irrigação em lavouras cafeeiras vem aumentando, devido a fatores como a expansão da cafeicultura, evolução das técnicas de irrigação e redução dos custos dos sistemas. Contudo, pouco se conhece do manejo adequado da irrigação (ROTODANO et al., 2005). Uma vez utilizado de maneira correta, a cultura é capaz de aumentar sua produção, caso tenha ocorrido períodos críticos de deficiência hídrica durante as fases de florada e frutificação (BONOMO et al., 2008).

## 2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação é o fator fundamental nos cultivos, levando em consideração a aplicação de água no momento e quantidade ideais de acordo com a necessidade hídrica da cultura.

Os projetos de irrigação são dimensionados em sua maioria sem considerar as precipitações pluviais, pelo fato da dificuldade em obter

informações meteorológicas com os reais índices pluviométricos da determinada região. Quando é proposto o manejo para atender as necessidades hídricas das culturas sem considerar as precipitações, o projetista poderá ser conduzido a superdimensionar os sistemas de irrigação. Todavia, considerando as precipitações pode-se aplicar duas formas de se otimizar os sistemas de irrigação, na elaboração do projeto e, posteriormente, no manejo (FARIA et al., 2002).

Uma vez implantado o sistema de irrigação nos cultivos fica evidente a importância e a necessidade de manejo, este que é fundamental para a economia e a conservação do ambiente na atividade agrícola realizada. O manejo adequado possibilita aumento da produtividade da cultura, bem como melhoria da qualidade do produto. Para que o sistema tenha eficiência, é de suma importância determinar quando e quanto irrigar uma cultura. Um dos métodos utilizados é o balanço hídrico, realizado por meio do sistema solo-planta-atmosfera, para tal, é necessário se obter os valores de evapotranspiração de referência ( $E_{to}$ ), coeficiente de cultura ( $K_c$ ) e coeficiente de irrigação localizada ( $K_L$ ) (BONOMO et al., 2013). Segundo Oliveira (2014), o sistema solo-planta-atmosfera também chamado de método do balanço hídrico, é usado para determinar o momento da irrigação e a quantidade de água aplicada à cultura, em um intervalo de tempo. A entrada de água pode ser via irrigação e ou, precipitação, já a saída ocorre pela evapotranspiração e, o excesso pode ser perdido por escoamento superficial e pela percolação no perfil do solo.

Para que o objetivo final da irrigação seja alcançado, independente do manejo e ou da estratégia utilizada, é importante a observação de alguns fatores como: em dias de ventos intensos ou de altas temperaturas provocando maiores perdas por evapotranspiração é recomendado que evite irrigações por aspersão nessas ocasiões. Outro fator seria quando o sistema radicular não está desenvolvido completamente, as irrigações devem ser mais frequentes, entretanto, com lâminas menores, observando os períodos críticos da cultura, ou seja, susceptível a déficit hídrico (RESENDE e ALBURQUEQUE, 2002).

Depois de instalado um projeto de irrigação é fundamental verificar se as condições avaliadas inicialmente se confirmam em campo, logo, é necessário fazer monitoramento para as condições de pressão, vazão e lâminas de água

aplicadas. Para avaliar as lâminas, o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) é o índice mais utilizado para medir a distribuição de água na área irrigada (HERNANDEZ, 2014). Na literatura encontram-se também outros coeficientes, como Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente Estatístico de Uniformidade (CUE) (MANTOVANI et al., 2009).

No sul do Estado do Espírito Santo os projetos de irrigação vêm se consolidando como importante alternativa na modernização e no crescimento da agricultura dessa região. A aplicação de determinadas medidas, diagnósticos dos sistemas de irrigação em nível de campo, contribui para atenuar as perdas que ocorrem durante e após a aplicação de água pelo sistema (MARTINS et al., 2011).

Entretanto, a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação é uma prática cujos agricultores não dão a devida importância (MARTINS et al., 2013), apesar de terem acessos à tecnologia, muitos não a utilizam de maneira adequada, por falta de conhecimento ou até mesmo de orientação (SILVA e SILVA, 2005). Isto indica que a irrigação pode ser excessiva ou deficitária, sendo demonstrado em ambos os casos, prejuízos econômicos relevantes na agricultura irrigada (MARTINS et al., 2011).

## 2.5 AGRICULTURA E O CLIMA

O clima é um fator fundamental para o desenvolvimento das culturas dentro dos sistemas de cultivo, sendo fundamental o conhecimento das características climáticas da determinada região produtora. Segundo Nóbrega et al. (2008), é importante compreender o clima de uma região e como o mesmo pode intervir na produção agrícola proporcionando manejo adequado, para os sistemas de cultivos irrigados, no controle de pragas e doenças, e para as determinações das épocas ideais de plantio, adubação, colheita, entre outros.

Para Moreira et al. (2005), a precipitação é considerada um dos elementos climáticos que está diretamente relacionado à produção agrícola, podendo interferir no rendimento das culturas durante seu ciclo em uma determinada região. Segundo Pezzopane et al. (2012), a chuva é de

fundamental importância para a caracterização do clima de uma região e o regime pluvial caracterizado pela distribuição e quantidade, são fatores que definem o tipo de vegetação.

As precipitações da região serrana e sul do Caparaó são consideradas maiores, e também com elevadas altitudes em relação às demais regiões do Estado Espírito Santo. No decorrer do ano as precipitações variam, por exemplo, no mês de novembro, entre 100 e 150 mm com exceção de alguns municípios da região do Caparaó que atingem precipitações de 150 a 200 mm, já no mês de dezembro as maiores precipitações acontecem na região serrana e sul Caparaó (ULIANA et al., 2013). Pezzopane et al. (2012), verificaram que a região serrana apresenta as maiores médias de precipitação de 1400 a 1500 mm por ano. Contudo, mesmo os totais anuais de chuvas sendo considerados indicadores ideais do regime pluviométrico, para a agricultura, é necessário averiguar as características desse regime durante o decorrer do mesmo. Nos meses de novembro a março é verificado maiores volumes de chuva para o estado, com médias mensais de 120 mm.

Desse modo, um dos fatores importantes para a caracterização do clima é a precipitação pluviométrica de uma região, a qual irá interferir diretamente na produção agrícola, logo, no rendimento da cultura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL, CULTIVARES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram implantados dois experimentos na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), em Venda Nova do Imigrante (ES) a 750 m de altitude. Este município está localizado na região serrana sudoeste do Estado de Espírito Santo, latitude 20°20'24" S e longitude 48°08'06" W com precipitação média de 1.470 mm. Segundo Pezzopane et al. (2012), o clima é mesotérmico de inverno seco com temperatura média de 18,5 °C, sendo a média das máximas 24,5 °C e a média das mínimas de 12,3 °C. Está inserido no território Montanhas e Águas do Espírito Santo. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e apesar da região apresentar relevo montanhoso, a declividade da área é moderada.

Os dois experimentos foram conduzidos em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, sendo a irrigação em dois níveis e cultivares em 4 níveis, em um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento 1 foi conduzido com irrigação convencional e sequeiro; o experimento 2 foi conduzido com irrigação localizada por microjet e sequeiro. Cada experimento contempla uma área de 3600 m<sup>2</sup>. Utilizou-se quatro cultivares de cafeeiro arábica recomendadas pelo Programa de Melhoramento Genético do INCAPER, conforme descritas a seguir na Tabela 1. A lavoura foi implantada em maio de 2010 no espaçamento de 2,20 m entre linhas e 0,8 m entre plantas.

**Tabela 1-** Caracterização das cultivares de café arábica para os experimentos (1 e 2) conduzidos na Fazenda Experimental do INCAPER, no município de Venda Nova do Imigrante-ES

Cultivar	Adaptação	Produção	Fitossanidade	Porte	Maturação	Peneira	Cor dos frutos
Catuaí Amarelo IAC 86	Boa	Alta	Susceptível a ferrugem	Baixo	Média	>16	Amarelo
Rubi MG 1192	Boa	Alta	Susceptível a ferrugem	Baixo	Media	>17	Vermelho
Paraíso MG 419-1	Boa	Alta	Resistente a ferrugem	Baixo	Média	>16	Amarelo
Obatã IAC 1669 20	Boa	Alta	Resistente a ferrugem	Baixo	Média/tardia	>17	Vermelho

O manejo nutricional da lavoura foi realizado seguindo o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Café Arábica no Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007). Na Tabela 2 observa-se os resultados da análise química do solo, e na Tabela 3 os resultados da análise granulométrica do solo para os sistemas de aspersão (experimento 1) e irrigação localizada microjet (experimento 2), na área experimental.

**Tabela 2** – Atributos químicos do solo dos experimentos de café arábica conduzidos na Fazenda Experimental do INCAPER no município de Venda Nova do Imigrante, ES

Exp	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m
	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>					cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%		
1	5,17	48,7	125,0	0,0	2,03	1,28	0,20	6,72	3,35	3,45	10,0	31,8	7,0
2	4,90	47,0	121,5	0,0	1,33	0,75	0,65	7,18	2,72	3,06	9,5	21,2	21,2

Extração e determinação: pH em água (1:2,5); P, K, Na: Mehlich 1; Ca, Mg, Al: KCl (1M); H+Al: acetato de cálcio (0,5M), CTC a pH 7,0.

**Tabela 3** - Atributos físicos do solo dos experimentos de café arábica conduzidos na Fazenda Experimental de Venda Nova do Imigrante, ES (INCAPER, 2013)

	Areia	Silte	Argila	Classificação Textural
	.....g/kg.....			
<b>Aspersão</b>	58 3,75	40,02	376,23	Argilosa
<b>Microjet</b>	585,85	18,73	395,42	Argilosa

Método de agitação lenta a 50 rpm/16h, com agitador tipo Wagner e determinação de silte por pipetagem.

O manejo das plantas invasoras ocorreu sempre que necessário, sendo empregada a capina manual nas linhas do plantio, roçadas mecânicas nas faixas intercaladas com capina química, onde se utilizou herbicidas pós-emergentes, favorecendo a formação de cobertura morta no solo. O manejo fitossanitário foi realizado apenas para controle de cochonilha da raiz e ácaro, até o segundo ano, visando garantir o “stand” inicial. Apesar de a área experimental estar constituída de cultivares susceptíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), considerada principal doença foliar do cafeeiro e presente em todas as regiões produtoras do Espírito Santo, não foi realizado controle químico da mesma.

### 3.2 OS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação por aspersão instalado no experimento 1 foi constituído por oito aspersores no espaçamento 15 x 15 m, com diâmetro dos bocais de 3,0 x 2,6 mm, vazão de 1000 L/h, sendo a pressão de serviço de 25 mca com tempo de funcionamento inicial de 7,8 h/dia; no experimento 2, para a irrigação localizada por sistema de microjet, utilizou-se espaçamento de 0,8 m entre emissores, de maneira que cada planta de cafeeiro fosse irrigada por um emissor, com vazão de 14 L/h, pressão de serviço de 15 mca, e lâmina de água inicial de 35 mm.

A irrigação foi realizada com turnos de regas variando de 15 em 15 dias entre abril a junho; de 21 em 21 dias entre julho a setembro e, de 7 em 7 dias entre outubro a dezembro e entre janeiro a março. Nos períodos em que as irrigações se fizeram necessárias, os sistemas foram acionados, no caso da aspersão durante 10 h por dia e a irrigação localizada pelo sistema de microjet durante 3,5 h por dia.

Foram coletadas amostras deformadas, para determinação da capacidade de campo (Cc), ponto de murcha permanente (Pm), como também densidade aparente solo (Ds). Os valores da Cc, Pm e Ds podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Valores da capacidade de campo (Cc), ponto de murcha permanente (Pm), e densidade aparente do solo (Ds) dos experimentos conduzidos na Fazenda Experimental do INCAPER, município de Venda Nova do Imigrante, ES

Sistemas	Ds	Cc	Pm
Aspersão	1,14 dag/cm <sup>3</sup>	22,7%	12%
Microjet	1,14 dag/cm <sup>3</sup>	22,7%	12%

No intuito de verificar os índices pluviométricos, realizou-se o balanço hídrico por meio da capacidade de água disponível no solo (CAD), sendo que para sua determinação foi considerada a precipitação, temperatura média e capacidade de água disponível no solo (CAD), e a evapotranspiração de referência, calculada por Thornthwaite 1948, conforme equação a seguir:

$$CAD = (Cc - Pm)/100 \times 1,14 \times 300(\text{cm}) = 36,59$$

Eq. 1

Durante o primeiro ano de crescimento das plantas, ou seja, de maio de 2010 a abril de 2011, todas as plantas foram irrigadas por aspersão, de modo a homogeneizar o crescimento e desenvolvimento inicial dos cafeeiros. A partir de então, as plantas foram submetidas aos tratamentos, sendo avaliados parâmetros de crescimento vegetativo, de produção e de pós-colheita.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Os dados foram coletados no ano de 2013, por ocasião da primeira colheita.

- Diâmetro do caule: medido em milímetros, na região do colo da planta com o auxílio de um paquímetro digital;
- Diâmetro de copa;
- Comprimento de ramo plagiotrópico marcado no terço médio de cada uma das cinco plantas avaliadas;
- Número de ramos plagiotrópicos de cada uma das cinco plantas avaliadas;
- Altura da planta: medida em centímetros do colo da planta até a gema apical do ramo ortotrópico;
- Número de rosetas de ramos plagiotrópicos;
- Número de frutos por roseta de ramos plagiotrópicos: Produtividade: para sua estimativa (sacas/ha), os frutos foram colhidos, pesados e posteriormente beneficiados;
- Percentagem de frutos chochos (boia): obtida por meio da transferência de 100 g de frutos de café cereja em um recipiente contendo água, sendo considerados boias aqueles que permaneceram na superfície;
- Os frutos colhidos foram separados para determinação da porcentagem de frutos verdes, verde cana, maduros, passas e secos;
- Classificação física dos grãos: os grãos foram classificados pela forma e pelo tamanho (classificação por peneiras) e pela presença de defeitos (classificação por tipo), de acordo com as normas de Classificação Oficial Brasileira (CBO).



### 3.4 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Os dois sistemas de irrigação foram avaliados por métodos convencionais que consistem na coleta de vazões e/ou, lâminas aplicadas e utilizadas pelo cafeeiro. Foi calculado o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de emissão (CUE), coeficiente de distribuição (CUD). Desta forma, o sistema de irrigação por aspersão apresentou CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) de 71,87%, considerado razoável e CUD (coeficiente uniformidade de distribuição) de 51,8%, considerado ruim; para o sistema de irrigação localizada, microjet, o CUC alcançou média de 87,72%, considerado bom, sendo que o CUE (coeficiente estatístico de uniformidade) foi de 80,71%, também considerado bom.

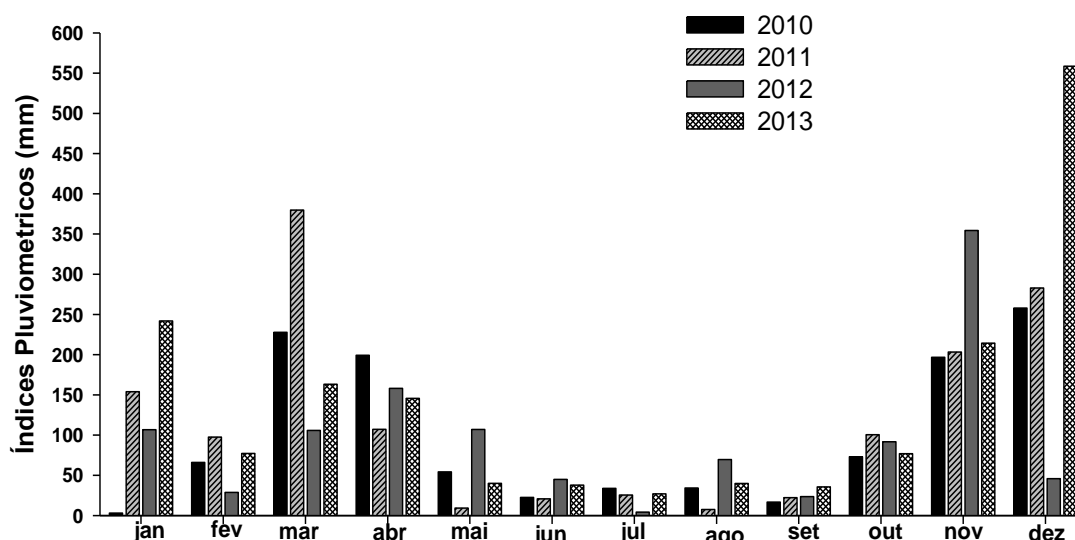
Os dados foram submetidos ao teste “t” de Student para duas médias (irrigação por aspersão e não irrigado) e (irrigação localizada microjet e não irrigada), em nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRECIPITAÇÕES

As precipitações anuais, desde a implantação da lavoura até o terceiro ano, onde ocorreram as avaliações situaram-se na faixa entre 1200 a 1800 mm, sendo que nos anos de 2012 e 2013 atingiram valores de 1200 e 1600 mm, respectivamente. Verifica-se que durante o período das avaliações em todos os meses houve precipitação, sendo a utilização da irrigação no cafeeiro menor, em ambos os sistemas, considerando os turnos de regas estabelecidos. Segundo Uliana et al. (2013), no Estado do Espírito Santo as maiores médias de precipitações ocorrem nos meses de novembro e dezembro, variando entre 76 e 265 mm, e as menores, entre os meses de junho e agosto variando entre 3 e 50 mm, médias essas que são semelhantes às da região serrana.

Na Figura 1 encontram-se os valores de precipitação mensal para os anos de 2010 a 2013 para região serrana. Para o ano de 2013, as precipitações mensais apresentaram-se maiores do que as de 2012, no decorrer de todos os meses com volumes relativamente altos, entretanto, não sendo o suficiente para a exigência do cafeeiro. Com isso, a pluviosidade, apesar de aparentemente ser considerada ideal, permitiu a ativação dos sistemas de irrigação. Alguns autores como Silva e Lima (2011) e Cunha et al. (2013) afirmam que a região serrana apresenta maiores valores médios de precipitação do Espírito Santo, os quais variam de forma crescente no sentido norte-sul do estado.



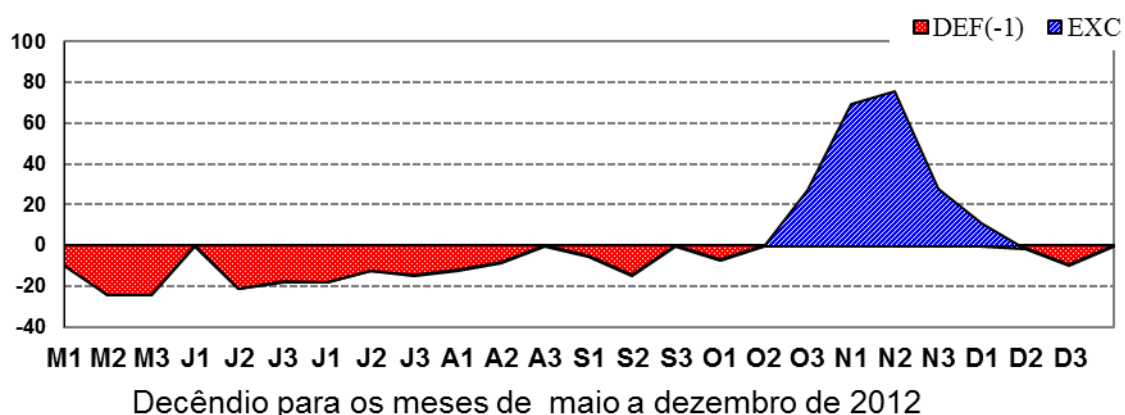
**Figura 1.** Precipitação mensal dos anos de 2010 a 2013, para o município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

No ano de 2012, as menores precipitações mensais ocorreram nos meses de julho e setembro (4,3 e 23,5 mm) e as maiores nos meses de abril e novembro (158,1 e 354,3 mm), respectivamente. Em 2013, as menores precipitações também foram observadas nos meses de julho e setembro (27 e 30,5 mm), respectivamente, e maior em dezembro (558,7 mm) (Figura 1). A precipitação anual (agosto de 2012 a julho de 2013) de 1317,3 mm é considerada ideal para o desenvolvimento do cafeeiro, por alguns autores, conforme Alégre (1959) e Da Matta e Rena (2002). No mês de setembro o volume da precipitação foi baixo (23,5 mm), entretanto, no mês antecedente e no posterior, ocorreram os maiores volumes, e nos meses de novembro, janeiro, março e abril as precipitações foram acima dos 150 mm, meses os quais compreendiam o ciclo fenológico avaliado. Para Camargo (1985), de acordo com o balanço climatológico das regiões produtoras de *Coffea arabica* L., o cafeeiro suporta deficiências hídricas de até 150 mm mensal, sobretudo, na fase de maturação e colheita.

O ano fenológico do cafeeiro no presente trabalho iniciou em agosto de 2012 com a florada e terminou em julho de 2013 com a fase da colheita, período esse em que foi realizada a coleta dos dados de crescimento vegetativo e da produtividade. Sendo assim, é importante conhecer como o cafeeiro se comporta nas determinadas fases, e em qual delas o fator déficit

hídrico poderá ocasionar danos ao desenvolvimento das plantas. Segundo Camargo e Camargo (2001), o ciclo fenológico inicia-se com a florada, formação dos chumbinhos, seguidas pela expansão dos grãos até atingir o tamanho ideal. Nos meses seguintes ocorrem a granação dos frutos, a fase de maturação e a colheita dos frutos.

Nas Figuras 2 e 3 verifica-se o balanço hídrico para a safra 2012/2013, o qual resultou em uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 36,59 mm, analisada em decêndios (10 em 10 dias).

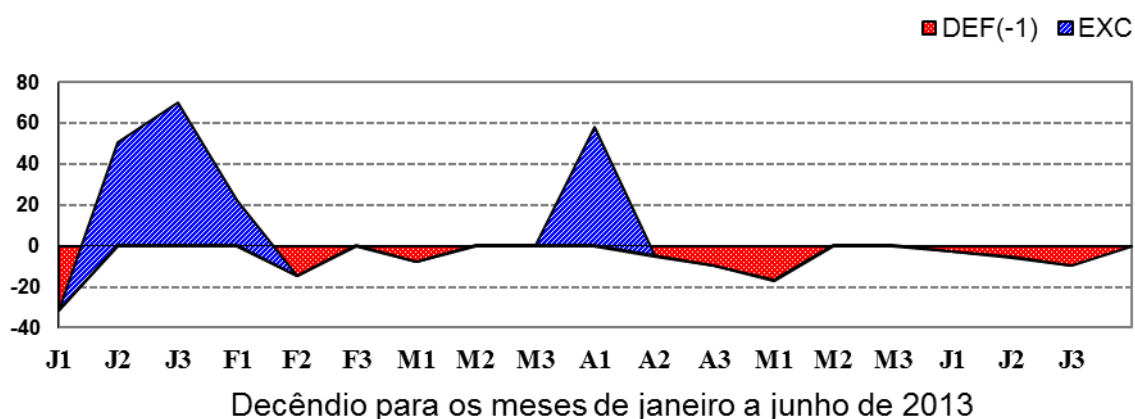


**Figura 2.** Extrato do balanço hídrico climatológico (mm), decêndios (10 em 10 dias), para os meses do ano de 2012. Município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

Na Figura 2 observa-se a ocorrência de déficit hídrico nos meses de maio a dezembro de 2012, e de janeiro a julho de 2013. Mesmo com o alto volume de precipitação ocorrido, essa não foi armazenada no solo, não sendo disponibilizada para as plantas. Diante deste cenário, é possível que esse fato possa ter causado a interferência nos tratamentos irrigados, tornando-os homogêneos em relação aos não irrigados. De acordo com a CAD calculada, o solo tem capacidade de água disponível de 36,59 mm, nesse sentido, foi possível verificar que mesmo a planta tendo sofrido déficit hídrico, este não chegou a ocasionar danos, devido à irrigação e aos altos volumes pluviométricos verificados na região. Assim, considera-se que quando o volume da precipitação é alto, depois de um período de déficit, poderá acontecer a percolação de uma parte do volume da água da chuva. O cafeeiro apresenta interação entre as fases fenológicas e o déficit hídrico, não deve ocorrer nas fases críticas, (granação; maturação e gemação; frutificação

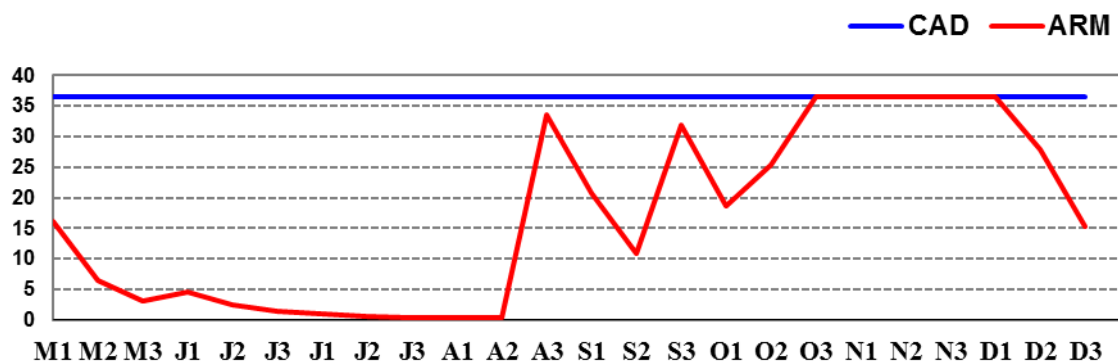
e expansão). A deficiência hídrica acentuada na fase de frutificação ou expansão afeta o crescimento dos grãos, sendo que na fase de granação os grãos poderão ficar chochos ou mal granados (CAMARGO, 1985).

Para os meses de outubro a dezembro de 2012 a precipitação atingiu aproximadamente 80 mm, que foi em parte percolada. Já para o ano de 2013, os maiores volumes pluviométricos foram observados nos meses de janeiro a fevereiro (aproximadamente 70 mm), e março a abril (aproximadamente 60 mm). Segundo Pezzopane et al. (2012), na região de Venda Nova do Imigrante, a deficiência hídrica anual é de aproximadamente 18 mm, concentrada nos meses de junho a agosto, já o excedente hídrico anual é de 500 mm, compreendendo o período de novembro a maio. Diante disso, pode-se verificar semelhança nos valores encontrados nesse trabalho de forma que o uso da irrigação suplementar seja necessário em determinados meses, os quais o volume pluviométrico é baixo.



**Figura 3.** Extrato do balanço hídrico climatológico (mm), decêndios (10 em 10 dias), para os meses do ano de 2013. Município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

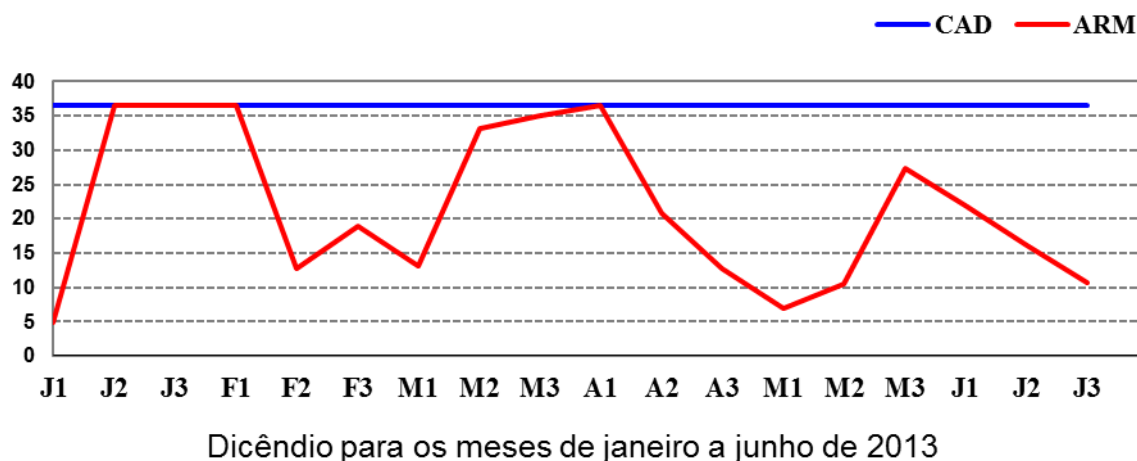
Nas Figuras 4 e 5 verifica-se a capacidade de água disponível (CAD), no ano safra avaliado que foi de 2012 e 2013.



Decêndio para o meses de maio a dezembro de 2012

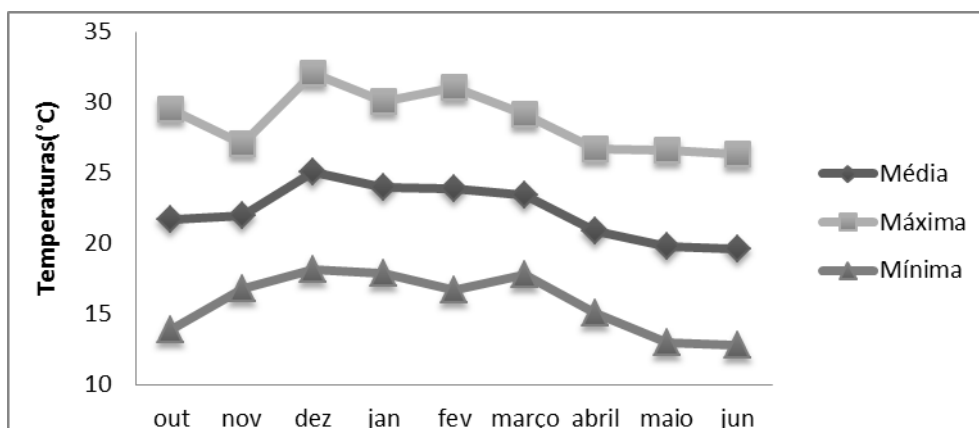
**Figura 4.** Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) em decêndios (10 em 10 dias), para os meses do ano de 2012. Município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

Nas Figuras 4 e 5 é importante ressaltar que o cafeeiro sofreu déficit hídrico tendo como água disponível no solo cerca de 36,59 mm. No ano de 2012, observa-se para o início do mês de maio, armazenamento de 15 mm, tendendo a 0 (zero) mm nos meses seguintes. Entretanto, no mês de agosto aumentou consideravelmente, sendo que somente nos meses de outubro a dezembro, o solo atingiu a capacidade de água disponível no valor de 36,59 mm. Para o ano de 2013, no mês de janeiro houve baixo armazenamento seguido de aumento considerável, chegando a atingir a capacidade ideal de água disponível (36,59). Já no mês de fevereiro houve novamente uma baixa, atingindo a capacidade ideal apenas no mês de abril. Diante dos fatos, concluiu-se que os cafeeiros passaram por déficit hídrico, intercalados com pico de armazenamento de água.



**Figura 5.** Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) decêndios (10 em 10 dias), para os meses do ano de 2013. Município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

Na Figura 6 estão apresentadas as temperaturas médias, máximas e mínimas nos meses que ocorrem as fases críticas, de outubro de 2012 a junho de 2013, visto que o mês de dezembro apresentou maior máxima. As temperaturas médias estão dentro da faixa considerada adequada para o cafeeiro arábica, no entanto para o mês de janeiro torna-se maior, podendo ocasionar queda na produtividade.



**Figura 6.** Temperaturas médias, máxima e mínima para os meses de outubro a dezembro de 2012 e janeiro a junho de 2013, no município de Venda Nova do Imigrante-ES, Fazenda Experimental do INCAPER. Dados fornecidos pelo INCAPER, 2014.

Segundo a literatura, as temperaturas consideradas ótimas para o crescimento do cafeeiro estão em torno de 17°C a 23°C e altitudes entre 450 e 850 m, sendo que temperaturas médias superiores a 23°C podem prejudicar a frutificação, e conseqüentemente reduzir a produtividade, tornando áreas

inaptas ao cultivo do cafeeiro (MATIELLO, 1991; DADALTO e BARBOSA 1995; EMBRAPA, CAFÉ 2012).

Diante das médias da temperatura, observa-se nos meses de outubro, janeiro e fevereiro, que a maior temperatura pode ter causado danos à fisiologia do cafeeiro, visto que é uma cultura adaptada a temperaturas amenas.

#### 4.2 CRESCIMENTO VEGETATIVO

Para as características vegetativas, altura de planta, diâmetro da copa e do caule, comprimento e número dos ramos plagiotrópicos, número de rosetas, número de frutos por ramos, e produtividade. Essas variáveis foram avaliadas aos 36 meses após o plantio, não sendo encontradas diferenças significativas entre as cultivares avaliadas com e sem irrigação nos dois sistemas avaliados, quando comparadas, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste t de Student.

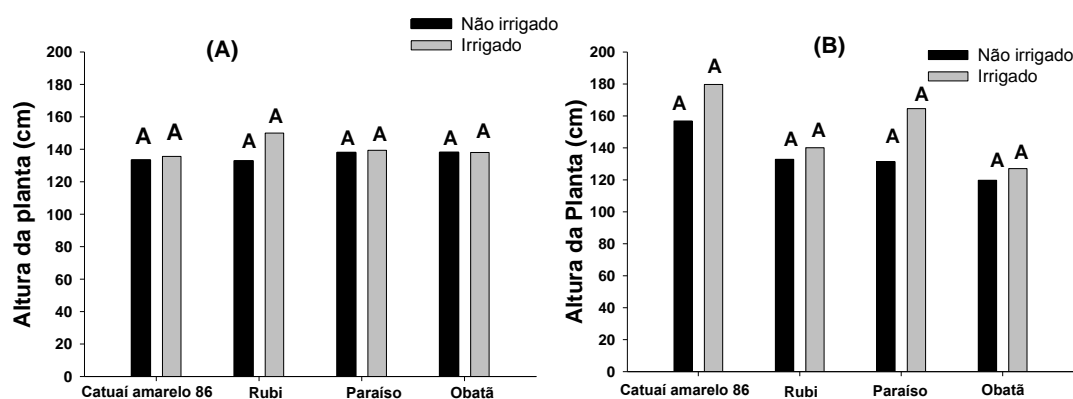


Figura 7. Altura média de plantas de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação microjet, (B) Irrigação por aspersão.

Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste "t" ( $p < 0,05$ ).

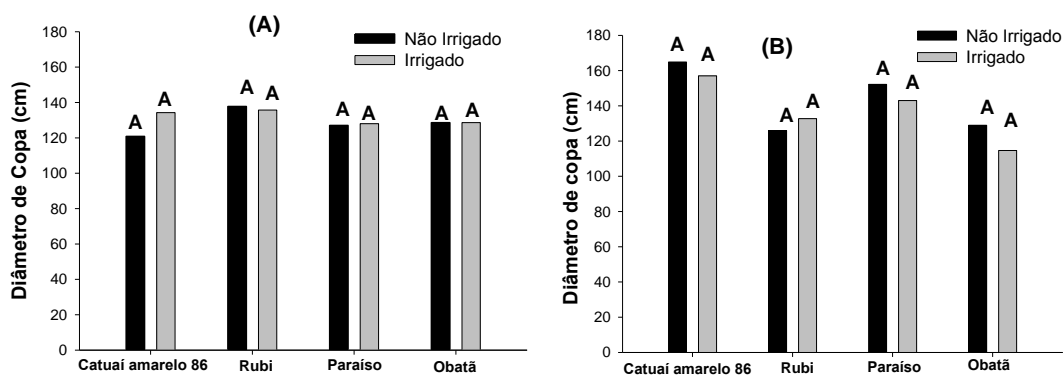
Para a variável altura da planta, Figura 7, as médias não apresentaram significância, quando comparadas ao sistema de irrigação localizado por microjet, com o não irrigado, assim como entre as cultivares no sistema por aspersão, comparadas ao não irrigado. Silva (2007), verificou que à medida que aumenta a lâmina d'água os cafeeiros crescem até atingirem um valor máximo, a partir do qual o acréscimo de água torna-se prejudicial às plantas. O café arábica cultivado no Estado de Rondônia com sistemas irrigados apresentou maior altura de planta em relação ao não irrigado para variável altura de planta, resultados



esses diferentes aos encontrados nesse trabalho para o sistema de irrigação (RODRIGUES et al., 2010).

Embora não tenham apresentado diferenças significativas quanto à altura de plantas, as cultivares cresceram e se desenvolveram, em ambos os sistemas de irrigação, aspersão e microjet, e no sistema de cultivo não irrigado. Diante da ocorrência de chuvas, e do acionamento dos sistemas de irrigação de acordo com o turno de rega, verificou-se crescimento homogêneo dos cafeeiros para ambas as áreas cultivadas. No caso das cultivares nos sistemas de irrigação localizada microjet o crescimento pode ter sofrido interferência devido à uniformidade no manejo da irrigação, visto que o CUC (%) 87,72 e CUE (%) 80,71 foram considerados bons, mas não sendo o suficiente para permitir uma diferença significativa. Em cafeeiros das cultivares Topázio MG 1189, Catucaí Amarelo, Obatã IAC 1669-20 e Topázio MG 1190 foram verificadas diferenças estatísticas, para as características altura de plantas e número de ramos plagiotrópicos quando comparadas em sistemas irrigados com não irrigado (FREITAS et al., 2007).

Avaliando o diâmetro de copa (Figura 8), verifica-se que as médias não diferiram estatisticamente, quando comparadas ao sistema de irrigação localizada, microjet com o não irrigado.



**Figura 8.** Diâmetro médio da copa de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

Silva (2007) constatou maior diâmetro da copa para o cafeeiro sob lâmina de água considerada ótima, em relação às plantas que receberam apenas água

das chuvas, para o ano de 2002, no início da avaliação. Já para o ano de 2006, ainda obteve aumento, porém em proporção menor. De acordo com DaMatta e Rena (2001), o crescimento da planta pode reduzir sob condições de pouca disponibilidade de água, mesmo não observando murcha nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis do déficit hídrico. A compreensão das relações hídricas no cafeeiro possibilita fornecer informações importantes a técnicos e pesquisadores, para a tomada de decisões em relação ao manejo da irrigação para a lavoura.

Freitas et al. (2007) observaram a existência de correlação entre a altura de plantas e o diâmetro da copa, revelando que quanto maior a altura das plantas, menor o diâmetro de projeção de copas, sugerindo que existe mecanismo de compensação do crescimento vertical por um mecanismo horizontal. No presente trabalho essa correlação não foi observada, visto que a variável altura da planta e diâmetro de copa não diferiu estatisticamente entre as cultivares cultivadas nos sistemas de irrigação localizada, microjet, e o sistema por aspersão, e no não irrigado.

Para as médias do diâmetro do caule observadas na Figura 9, as cultivares no sistema de irrigação localizada microjet não diferiram estatisticamente, quando comparadas às cultivares não irrigação. Para as cultivares no sistema de irrigação por aspersão, também não foram verificadas diferenças significativas, quando as mesmas foram cultivadas em sistema de cultivo sem irrigação.

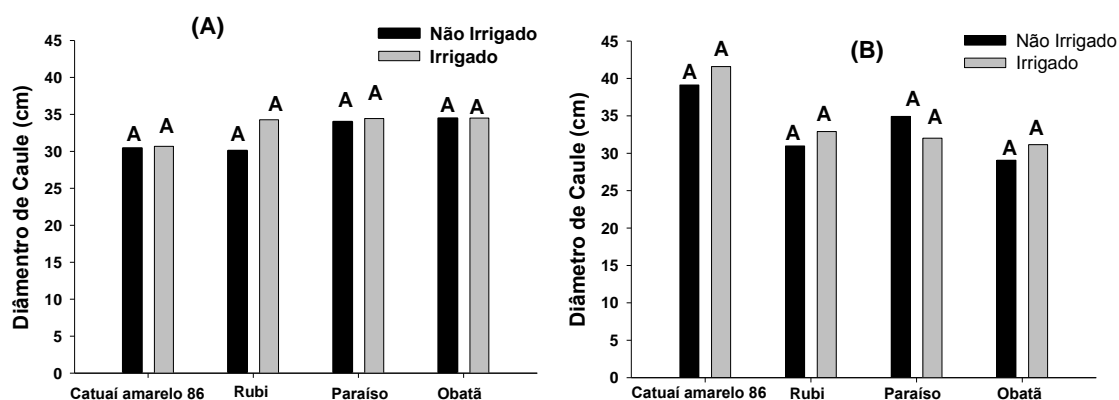


Figura 9. Diâmetro médio do caule de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão.

Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste "t" ( $p < 0,05$ ).

Trabalho realizado em Brasília (DF) por Santana et al. (2004), sob condição climática tropical chuvosa, com sistema de irrigação por gotejamento para duas cultivares de cafeeiro, IAPAR-59 e Obatã, observaram que nos tratamentos com irrigação, o diâmetro do caule apresentou-se maior em menor tempo, diferindo do não irrigado que necessitou de mais dias para alcançar maior diâmetro, constatando maior taxa de crescimento para a cultivar Obatã. Arantes et al. (2006), verificaram que para as características vegetativas do cafeeiro arábica produzido na região de Lavras-MG e avaliadas no verão e outono, houve uma aproximação entre as curvas das diferentes lâminas aplicadas, sendo que o tratamento não irrigado apresentou ganhos iguais ou superiores ao irrigado, mostrando não ter havido influência da irrigação sobre o crescimento das plantas nestes períodos. Este comportamento pode ser resultado da elevação da umidade do solo na primavera anterior e verão do mesmo ano, devido às chuvas ocorridas nesta época, as quais reduziram a diferença de disponibilidade de água no solo entre os tratamentos de lâminas de irrigação.

Assim como os resultados encontrados na literatura, no presente trabalho a não diferença significativa para as variáveis de crescimento, altura, diâmetro de copa e diâmetro de caule, é justificável uma vez que a fisiologia dos cafeeiros não suporta prolongado déficit hídrico, necessitando de água para suas funções, sendo as plantas irrigadas semelhantes às não irrigadas devido aos volumes de precipitações. Mesmo com índices pluviométricos relativamente bons, pode-se observar nas Figuras 2 e 3, que a água disponível no solo não foi suficiente para promover o maior desenvolvimento dos cafeeiros para os sistemas de cultivo irrigados, igualando estatisticamente tais variáveis, pra ambos os sistemas de cultivo.

Dentre as variáveis de crescimento avaliadas, observa-se na Figura 10 o comprimento dos ramos plagiotrópicos. De acordo com Silva (2007), é considerado um parâmetro importante a ser avaliado, por ser um indicativo de produtividade e o crescimento de ramos laterais favorece a emissão de novos ramos secundários e terciários, aumentando a quantidade de gemas e a produtividade das plantas.

O comprimento dos ramos plagiotrópicos das cultivares não apresentou diferenças significativas, para as plantas cultivadas no sistema de irrigação

localizada microjet, quando comparadas às plantas em sistema de cultivo sem irrigação. A não significância ocorreu também para os cafeeiros cultivados no sistema de irrigação por aspersão, quando comparados ao não irrigado (Figura 10).

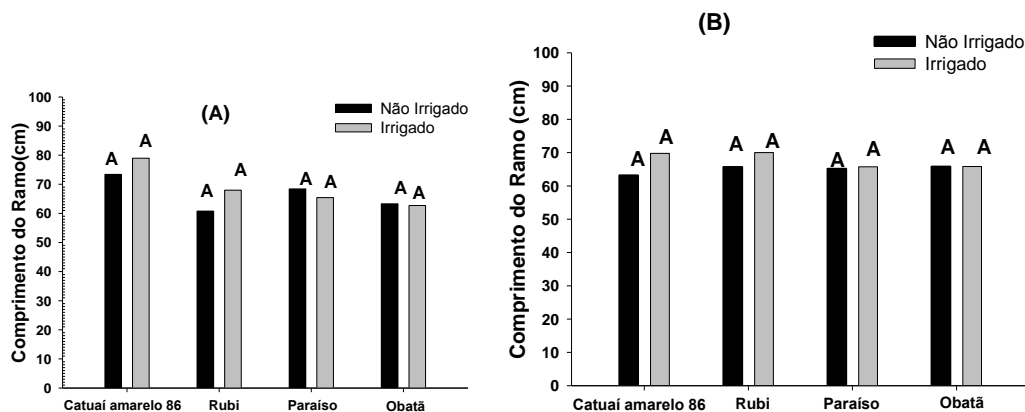


Figura 10. Comprimento médio dos ramos plagiotrópicos de quatro cultivares de café arábica avaliadas como e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

Os resultados encontrados para o número de ramos produtivos demonstram que não houve significância para a safra de 2012/2013. Entretanto, como foi o primeiro ano de colheita representativa dos cafeeiros é justificável a não diferença dos sistemas irrigados em relação aos não irrigados, devido aos períodos de déficit hídricos ao longo das fases críticas, possibilitando a safra seguinte 2013/2014 obter melhores resultados.

Marlei et al. (2011), observaram que o comprimento do primeiro ramo plagiotrópico primário foi influenciado significativamente pelos regimes hídricos para a cultivar Obatã, apresentando maiores valores do que nos tratamentos que receberam irrigação e fertirrigação, e os menores, nas plantas não irrigadas. Para Rena e Maestri (1986), quanto maior o crescimento dos ramos primários do cafeeiro arábica, maior será o potencial produtivo do ano seguinte, pela presença de maior número de internódios e, conseqüentemente, maior número de inflorescências.

Nas Figuras 11, 12 e 13 observa-se o comportamento das variáveis número de ramos plagiotrópicos, número de rosetas por ramo produtivo e número de frutos por ramos plagiotrópicos.

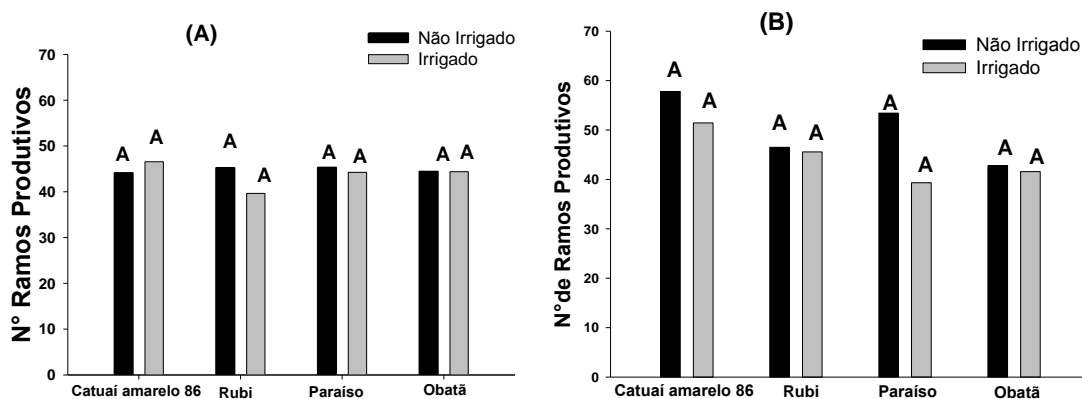


Figura 11. Número médio de Ramos plagiotrópicos de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) por Irrigação aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

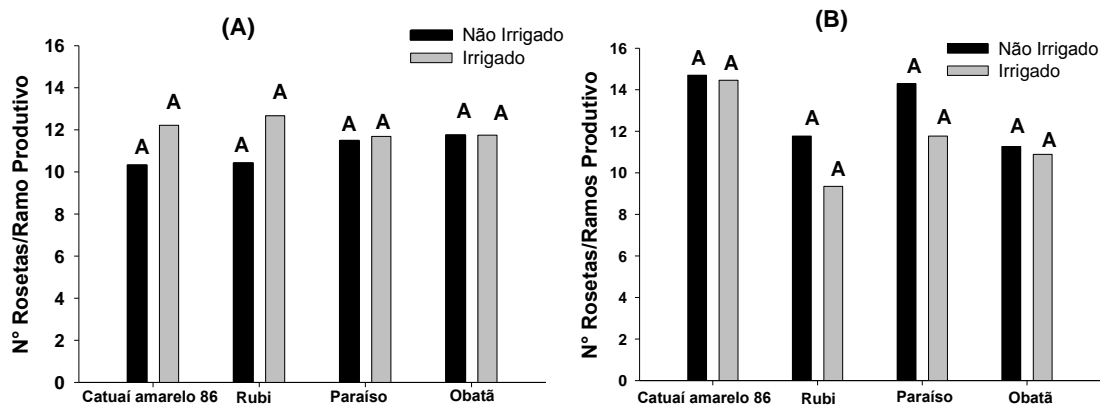
Para a variável número de ramos plagiotrópicos dos cafeeiros no sistema de irrigação localizada microjet, observa-se médias próximas para as cultivares, não diferindo o sistema irrigado do não irrigado. Para o sistema irrigado por aspersão não foram verificados resultados significativos, quando comparados ao sistema de cultivo não irrigado. Mesmo não diferindo o número de ramos, pode-se ressaltar que os cafeeiros conseguiram se desenvolver.

Diante dos resultados apresentados no presente trabalho, mesmo não sendo encontrados valores maiores para os sistemas irrigados, é verificado na literatura a eficiência da irrigação para os cafeeiros. Segundo Costa et al. (2010), a irrigação promoveu o aumento do número de ramos plagiotrópicos das plantas da cultivar Obatã e Carvalho et al. (2006), verificaram resultados semelhantes pra a cultivar Rubi MG - 1192, com as maiores médias de crescimento obtidas na condução de cafeeiros irrigados.

As variáveis número de rosetas e frutos estão diretamente relacionadas, pode acontecer de um ramo possuir maior número de rosetas, com menor tamanho do fruto, ou o contrário. Fato esse que irá depender, dentre outros, da uniformidade de crescimento da planta, e dos tratos culturais durante todo o ciclo fenológico da cultura.

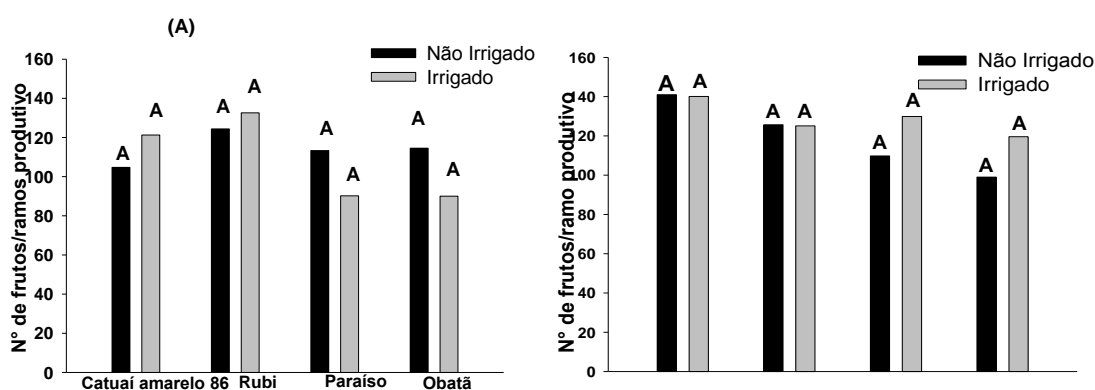
Na Figura 12 é verificado para as quatro cultivares, médias não significativas para o número de rosetas, não diferindo entre os cafeeiros cultivados no sistema de irrigação localizada microjet, quando comparada ao sistema de cultivo não irrigado. Para as cultivares no sistema de irrigação por

aspersão, quando comparadas às cultivadas no sistema de cultivo não irrigado, foi observado que não houve diferenças significativas para a mesma variável (número de rosetas/ramo) nas quatro cultivares estudadas.



**Figura 12.** Número médio de rosetas por ramo produtivo de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

Observa-se na Figura 13 que para as cultivares Catuaí Amarelo 86, Rubi, Paraíso e Obatã cultivadas no sistema de irrigação localizada microjet, a variável número de frutos não diferiu estatisticamente. O número de frutos para os cafeeiros cultivados em sistemas de irrigação por aspersão não diferiu estatisticamente quando comparado aos cultivados em sistema sem irrigação, comportamento esse observado nas quatro cultivares.



**Figura 13.** Número médio de frutos por ramo produtivo de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

Nazareno et al.( 2003), verificaram que a cultivar Rubi em estágio inicial, que o crescimento em número médio de nós com gemas por planta, foi constatada diferença significativa em virtude do regime hídrico, com 76 nós em plantas irrigadas contra 46 nós em plantas sem irrigação, reafirmando a necessidade hídrica do cafeeiro, quando submetidos a déficit hídrico.

Diante dos resultados apresentados para as variáveis vegetativas, além dos altos volumes pluviométricos para os anos desde a implantação da lavoura e a baixa uniformidade dos sistemas abaixo do ideal podem ter contribuído para as não diferenças significativas. Assim, cabe ressaltar que as plantas se comportaram de acordo com as condições edafoclimáticas impostas a elas. Frizzone (1992) destaca a importância do nível adequado de água no solo, visando que desenvolvimento das plantas pode ser alcançado por meio da aplicação de uma lâmina de água suficiente para não permitir área com déficit.

É importante ressaltar que as avaliações foram feitas apenas em um ano safra 2012/2013, sendo que para as variáveis de crescimento são necessárias mais de uma safra para se obter resultados satisfatórios, por ser uma cultura perene que apresenta bienalidade de produção.

#### 4.3 PRODUTIVIDADE

A produtividade dos cafeeiros é considerada uma das características mais importantes a ser avaliada.

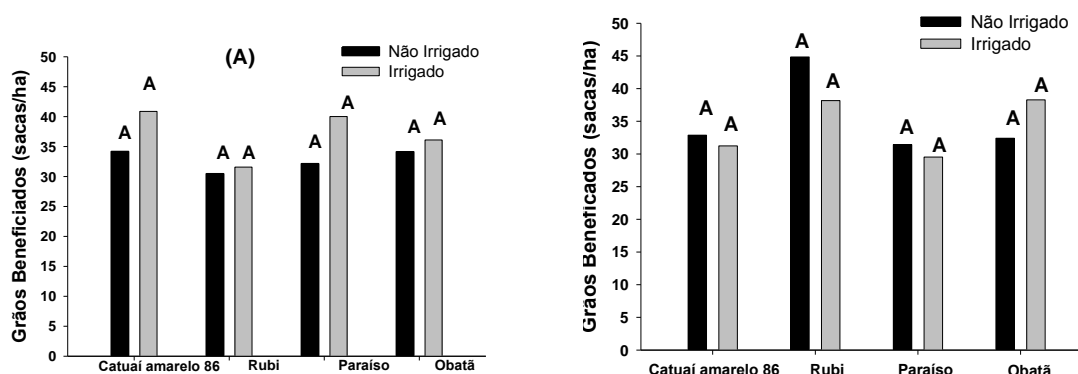


Figura 14. Produtividade média de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação microjet, (B) Irrigação por aspersão.

Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste "t" ( $p < 0,05$ ).

Na Figura 14 observa-se que para as quatro cultivares a produtividade dos cafeeiros em grãos beneficiados não diferiu estatisticamente quando comparada às plantas cultivadas no sistema de irrigação localizada, microjet, aos cafeeiros cultivados sem irrigação. E para as cultivares no sistema de irrigação por aspersão, quando comparadas às do sistema de cultivo não irrigado, não foram verificadas também diferenças significativas para a produtividade, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste “t”.

A não diferença encontrada na produtividade das plantas nas situações descritas, provavelmente se deve aos volumes de precipitação ocorridos na região. A produção agrícola mundial é em sua grande maioria limitada pelo déficit hídrico, gerando perdas de produção das culturas. Para Ortolani e Camargo (1987), essa limitação é responsável por cerca de 60 a 70% da variabilidade da produção final. Diante de tal entrave, é de fundamental importância o planejamento da agricultura irrigada, de modo que permita o conhecimento das condições meteorológicas, no desenvolvimento das plantas, em períodos de baixa precipitação e elevada demanda na evapotranspiração.

É importante ressaltar que os resultados obtidos foram da primeira safra, uma vez que, o cafezal foi implantado no ano de 2010, necessitando-se de novas avaliações das próximas safras para maior seguridade e precisão dos resultados. A produtividade do cafeeiro para a safra (2012/2013) apresentou média de 35 sacas/ha para os sistemas de cultivo irrigados e não irrigado. O café é uma cultura perene que tem seu ciclo produtivo alternado, apresentando bienalidade, possibilitando anos/safras com produtividade variável. Logo, quando se implanta um sistema de irrigação, é necessário um acompanhamento, para que se possa adequar os sistemas de manejo aos índices pluviométricos e aos tratamentos culturais, como também às reais necessidades hídricas e nutricionais da cultura. Coelho et al. (2009), constataram para a produtividade de café da cultivar Catuaí irrigada em épocas diferentes, que o tratamento irrigado de junho a setembro foi superior à produtividade apresentada pelo tratamento não irrigado.

Na literatura alguns resultados indicam que a irrigação surtiu efeitos positivos para o desenvolvimento e conseqüentemente para a produtividade. Arruda e Grande (2003), constataram ao longo de 16 anos de cultivo do cafeeiro que houve variação na produção entre os cafeeiros irrigados e não



irrigados, sendo observada maior produtividade nas plantas submetidas à irrigação por aspersão.

No trabalho de Evangelista et al. (2011), foi observada em cafeeiros da cultivar Rubi cultivados em Lavras-MG, maior produtividade nos tratamentos com irrigação quando comparada ao sistema de sequeiro. Os resultados apresentados por esses pesquisadores evidenciam que o tratamento 100% ETc proporcionou maior produtividade nas duas safras analisadas, sendo que a soma das duas safras, apresentou uma produtividade de 149,67 sacas/ha, considerada uma excelente produtividade média, superior à produtividade apresentada pelo tratamento não irrigado.

Conforme Santos e Carlesso (1998), à medida que o solo perde água a planta terá mais dificuldade de absorção da mesma. Porém, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Os índices pluviométricos da região serrana apresentados anteriormente são considerados propícios para o desenvolvimento do cafeeiro. Mas, as precipitações possibilitaram uma homogeneidade dos tratamentos, ocasionando similaridade da área irrigada com a não irrigada. No entanto, os cafeeiros exibiram produtividade relativamente considerável, destacando-se assim adaptabilidade do cultivo do café na região. É importante ressaltar a dificuldade de autores em relacionar significativamente a produção com a deficiência de água ou precipitações (IAFFE et al., 2001). Arruda e Grande (2003), relatam que tal ocorrência acontece devido à alternância de produção do cafeeiro, com a bienalidade presente ao longo do ciclo da cultura, além da ocorrência simultânea do crescimento vegetativo e reprodutivo.

#### 4.4 QUALIDADE DOS GRÃOS

A irrigação tem como objetivo além de aumentar a produtividade dos cafeeiros, proporcionar melhor qualidade dos grãos, disponibilizando para o mercado consumidor, um produto mais valorizado (SILVA, 2007). Dessa forma, foram avaliadas três variáveis relacionadas ao tipo de bebida para frutos maduros, à separação em peneiras e à contagem dos grãos imperfeitos.

Na Figura 15 são apresentados os percentuais de frutos boias. Observa-se que não houve diferenças estatísticas, ou seja, entre os frutos não diferiram entre os sistemas estudados, irrigação localizada microjet, e o não irrigado, entre o sistema irrigado por aspersão e o não irrigado, pelo teste “t” em 5% de probabilidade.

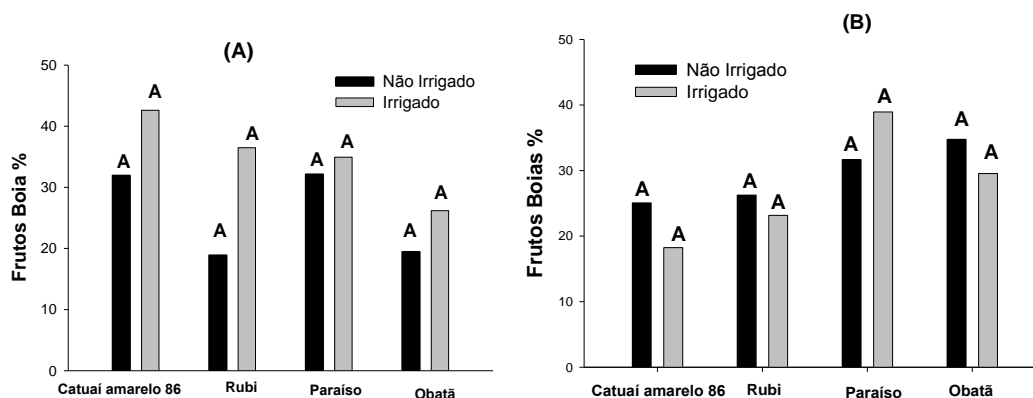


Figura 15. Distribuição em porcentagem média de frutos boias de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade. (A) Irrigação por microjet, (B) Irrigação por aspersão. Médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem significativamente entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ).

A característica de frutos boias é uma variável verificada no momento da colheita, que demonstra o potencial de qualidade dos frutos naquele momento, pois quanto maior o percentual de frutos boias, maiores deverão ser os cuidados nas etapas de processamento, a fim de separar os frutos de qualidade.

Na Tabela 5 observa-se o estágio de maturação dos frutos, no sistema irrigação localizada microjet, comparado ao não irrigado, para as quatro cultivares.

**Tabela 5** – Maturação dos frutos na colheita de quatro cultivares de café arábica avaliadas como sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade, irrigação microjet(I) e não irrigado (NI)

Cultivares		Verde	Verde Cana	Maduro	Passa	Seco
<b>Catuaí amarelo 86</b>	<b>I</b>	13,95A	14,0A	32,91A	17,51A	22,14A
	<b>NI</b>	9,0A	13,28A	39,08A	15,83A	22,93A
<b>Rubi</b>	<b>I</b>	35,89A	9,28A	28,70A	14,54A	11,62A
	<b>NI</b>	22,7A	10,31A	46,88A	14,99A	4,36A
<b>Paraíso</b>	<b>I</b>	23,35A	10,38A	27,10A	21,55A	22,26A
	<b>NI</b>	15,71A	9,59A	35,37A	17,46A	19,27B
<b>Obatã</b>	<b>I</b>	27,64A	8,55B	24,20A	23,26A	17,46A
	<b>NI</b>	28,52A	14,37A	27,80A	22,19B	7,98A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

Os frutos foram colhidos de acordo com a maturação de cada cultivar, ou seja, os cafeeiros que se apresentaram com maior número de frutos maduros foram colhidos primeiro. A colheita de cada cultivar foi realizada de acordo com a característica de maturação dos frutos, sendo umas mais tardias que outras. Segundo Moreli (2013), a pós-colheita é considerada um dos processos importantes para a manutenção da qualidade dos grãos de café, uma vez que influencia diretamente a qualidade e o rendimento. Para a grande maioria das vezes, a colheita dos frutos é realizada de uma só vez, logo, são colhidos os frutos verdes, verde cana, maduro, passa e seco.

Os frutos verdes, verde cana, passas e seco para os cafeeiros cultivados em sistema de irrigação localizada microjet, e não irrigado, não diferiram estatisticamente. As quatro cultivares apresentaram resultados semelhantes para os sistemas de cultivo.

Na Tabela 6 observa-se que a maturação dos frutos dos cafeeiros cultivados no sistema irrigado por aspersão não evidenciou diferenças significativas.

**Tabela 6-** Maturação dos frutos na colheita de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade, irrigação por aspersão (I) e não irrigado (NI)

Cultivares		Verde	Verde Cana	Maduro	Passa	Seco
<b>Catuaí amarelo 86</b>	<b>I</b>	23,89A	22,52A	33,73A	14,69B	5,15A
	<b>NI</b>	13,76A	13,50A	38,02A	27,66A	7,47A
<b>Rubi</b>	<b>I</b>	16,11A	15,02A	36,89A	16,82A	15,14A
	<b>NI</b>	14,70A	10,98B	46,02A	12,91A	14,47A
<b>Paraíso</b>	<b>I</b>	22,66A	12,66A	38,34A	11,74A	14,79A
	<b>NI</b>	10,88A	6,78A	56,22A	11,75A	14,35A
<b>Obatã</b>	<b>I</b>	15,20A	20,88A	30,92A	14,67A	18,74A
	<b>NI</b>	15,02B	12,31B	28,51A	17,53A	26,84A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

No entanto, a cultivar Paraíso apresentou resultados significativos para frutos secos, sendo valores maiores para os frutos de cafeeiros no cultivo irrigado. Para porcentagem de frutos verde cana da cultivar Rubi, observou-se diferenças estatísticas, sendo maior para os cafeeiros cultivados em sistema irrigado. Para a cultivar Catuaí Amarelo a porcentagem de frutos passas diferiu, sendo maior para os cafeeiros cultivados sem irrigação. Com relação à cultivar Obatã, encontrou-se resultados significativos para a porcentagem de frutos verde e verde cana, com valores percentuais maiores para os sistemas de cultivo irrigado.

Custodio et al. (2007), verificaram em estudo de cinco safras de cafeeiro arábica cultivado na região de Lavras - MG, que mesmo não havendo efeitos significativos da irrigação, os grãos verdes e ardidos foram os que apresentaram os maiores percentuais, e comparando os percentuais de grãos pretos e verdes, observou-se uma superioridade dos grãos verdes. Para Bártholo e Guimarães (1997), a desuniformidade de maturação é promovida pela irrigação aos frutos no momento da colheita.

Outro parâmetro importante é a classificação dos grãos quanto ao tamanho devido à capacidade de proporcionar uma torrefação mais uniforme, atribuindo à bebida sabor e aroma característicos (SILVA, 2007).

Tabela 7 – Distribuição de porcentagem média de grãos conforme o número da peneira de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova-ES aos 36 meses de idade, irrigação localizada microjet (I) e não irrigado(NI)

		<b>Catuaí .A 86</b>	<b>Rubi</b>	<b>Paraíso</b>	<b>Obatã</b>
P>17(%)	I	34,3100A	27,5500A	54,8500A	55,7600A
	NI	40,7200A	28,2100A	53,5900A	49,6500A
P15-16(%)	I	45,3600A	48,5900A	33,7600A	30,1400B
	NI	48,1000A	49,0300A	33,5900A	36,6400A
P13-15(%)	I	11,3400A	19,3400A	9,3600A	11,3200A
	NI	12,5600A	18,7800A	10,5200A	10,9800A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

Na Tabela 7 são apresentados os dados referentes à classificação por peneiras. Os valores observados estão de acordo com a literatura, apresentando peneiras dos grãos na faixa considerada ideal. Não houve diferença estatística significativa, para o sistema de irrigação localizada microjet, quando comparada aos grãos das cultivares no sistema de cultivo não irrigado. No entanto, observando a porcentagem da peneira 15-16, a cultivar Obatã apresentou resultado significativo, sendo maior para a peneira do cafeeiro não irrigado, quando comparado ao sistema de irrigação localizada, microjet.

Ferrão et al. (2009), constataram para a cultivar Catuaí Amarelo 86 peneira média acima de 16 para a Rubi peneira média em torno de 17 para a Paraíso peneira média em torno de 16 e para Obatã peneira média em torno de 17 e porcentagem de grãos chatos (normais) acima de 85%.

Tabela 8 – Distribuição de porcentagem média de grãos conforme o número da peneira de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade, irrigação por aspersão(I) e não irrigado (NI)

		<b>Catuaí .A 86</b>	<b>Rubi</b>	<b>Paraíso</b>	<b>Obatã</b>
P>17 (%)	I	52,6428A	52,2911A	22,5348A	34,8643A
	NI	49,5023A	53,0749A	22,9267A	42,4862A
P15-16 (%)	I	33,0210A	34,2124A	52,4490A	48,1193A
	NI	36,7174A	33,5466A	53,8525A	40,7009A
P13-15(%)	I	10,7891B	9,9701A	20,6601A	13,9764A
	NI	10,8718A	10,0839A	19,6170A	14,8579A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 os resultados encontrados para os valores da porcentagem de peneiras, para as cultivares estabelecidas no sistema de irrigação por aspersão, não apresentaram diferenças significativas, quando comparados com o sistema de cultivo não irrigado. Para cultivar Catuaí Amarelo 86 foi verificada diferença significativa para a porcentagem de peneira 13-16, nos quais os grãos dos cafeeiros cultivados no sistema de irrigação por aspersão apresentaram resultados menores quando comparados a não irrigado.

Tabela 9 – Distribuição de porcentagem média de grãos chato, moca e concha de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade, irrigação por aspersão (I) e não irrigado (NI)

		<b>Catuaí .A 86</b>	<b>Rubi</b>	<b>Paraíso</b>	<b>Obatã</b>
Chato (%)	I	92,6000A	90,9250A	84,2500A	89,3000A
	NI	91,8500A	90,3500A	88,8472A	92,4033A
Moca (%)	I	5,8500A	6,8625A	14,5000A	7,5250A
	NI	6,9000A	7,3000A	10,1917A	5,0982A
Concha (%)	I	1,5750A	2,3500A	1,1500A	3,4875A
	NI	1,2500A	2,3500A	0,9611A	2,4985A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

Nas tabelas 9 e 10 verifica-se que para todas as classificações de parâmetros de qualidade não foram observados resultados significativos para

as variáveis peneiras e “defeitos” dos grãos beneficiados. Silva (2007) observou que a irrigação, na quarta safra do cafeeiro Rubi MG - 1192 influenciou a quantidade de grãos grandes e médios, não exercendo qualquer efeito sobre o percentual de grãos pequenos e mocas. Resultados semelhantes foram encontrados por Teodoro et al. (2005), com efeito significativo da irrigação, na segunda safra dos cafeeiros, entretanto, a quantidade de grãos médios não diferiu entre os níveis de água.

De acordo com Silva et al. (2011), cafeeiros que foram irrigados apresentaram maior quantidade de defeitos, com médias superiores em relação às plantas não irrigadas, fato esse que pode ser devido às altas produções que vêm acompanhadas de uma redução na qualidade do produto colhido. As plantas não irrigadas foram capazes de produzir grãos com qualidade física, com baixa produtividade média baixa.

Tabela 10 – Distribuição de porcentagem média de grãos chato, moca e concha de quatro cultivares de café arábica avaliadas com e sem irrigação na Fazenda Experimental de Venda Nova, aos 36 meses de idade irrigação localizada microjet (I) e não irrigado (NI)

		Catuai .A 86	Rubi	Paraíso	Obatã
Chato (%)	I	90,8700A	89,6000A	91,2000A	93,9000A
	NI	91,6000A	91,4000A	90,8000A	90,4700A
Moca (%)	I	6,7000A	8,5000A	6,6000A	4,6000A
	NI	6,3500A	7,3000A	6,8000A	7,5800A
Concha (%)	I	2,4100A	1,8500A	1,7500A	1,7500A
	NI	1,9000A	1,8500A	1,7500A	1,7400A

Os valores seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste “t”, em 5% de probabilidade.

Na literatura encontra-se, na grande maioria, trabalhos onde a irrigação é utilizada com diferentes lâminas de água, sendo essas comparadas aos cafeeiros não irrigados, e ainda avaliações para mais de uma safra, com maior possibilidade de resultados estatisticamente diferentes. Diante disso, alguns trabalhos relacionam a irrigação com diferentes lâminas afetando direta ou indiretamente os parâmetros de qualidade dos grãos. Custodio et al. (2007), verificaram que as lâminas de água na irrigação não influenciaram significativamente na granulometria dos grãos de café para quatro das cinco safras estudadas. Todavia, em uma das safras avaliadas houve efeito

significativo da irrigação na granulometria das classes de grãos “chato grande”, “moca grande” e “moquinha”. O desenvolvimento dos frutos (enchimento, granação e tamanho) foi influenciado, uma vez que suprida a demanda hídrica e nutricional, promoveu condições favoráveis para o desenvolvimento vigoroso das plantas.

O manejo da irrigação para uma maior eficiência de produção para o cafeeiro poderia ter suporte na umidade do solo, a qual deveria ter sido acompanhada, como turnos de regas curtos. Porém, variando as lâminas de água em função da evapotranspiração no período de avaliação. Visto que, segundo Oliveira et al. (2007), quando acontece a redução na evaporação e o aumento da transpiração, os cafeeiros apresentam comportamento relacionado, por exemplo a irrigação ser localizada, com baixas lâminas e alta frequência. Sendo irrigada apenas a área do solo explorada pelas raízes possibilitando a umidade do solo se manter próxima à capacidade de campo., É importante para o dimensionamento e o manejo dos sistemas de irrigação possuir conhecimento também da evapotranspiração, ao longo do ciclo e o coeficiente da cultura (MIRANDA et al., 1999).



## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que:

1. Na avaliação inicial do café, referente à primeira safra, observou-se índices pluviométricos elevados, acima da média histórica dos últimos 30 anos, não permitiram evidenciar diferenças no cultivo do cafeeiro arábica em sistemas irrigados e não irrigado na região de montanhas do Estado do Espírito Santo;
2. Nos cafeeiros cultivados nos sistemas irrigados por aspersão ou microjet apresentaram comportamentos semelhantes para todas as características avaliadas;
3. No experimento 1, para os cafeeiros irrigados, a cultivar Catuaí Amarelo 86 se destacou, com relação às variáveis número de ramos produtivos, número de rosetas por ramo e número de frutos por ramo, com produtividade média de 37,14 sacas/ha. No experimento 2 apenas a cultivar Rubi apresentou maior número de frutos por ramo produtivo, alcançando produtividade de 34,30 sacas/ha.

## 6 REFERÊNCIAS

ALÈGRE, C. Climates et caféiers d'Arabica. *Agronomie Tropicale*, v.14, p.23-58, 1959.

ANA- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013. Disponível em [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite\\_relatorioConjuntura/projeto/index.html](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html). Acessado em: 20/05/2014.

ARANTES, K.R.; ARANTES, S.A.C.M.; FARIA, M.A.; REZENDE, F.C. Desenvolvimento do cafeeiro (*coffea arabica* L.) podado sob irrigação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.75-66, 2006.

ARÊDES, A.F.; PEREIRA, M.W.G.; SANTOS, M.L. **A irrigação do cafezal como alternativa econômica ao produtor**. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, v. 32, n. 2, p. 193-200, 2010.

ARÊDES, Agda. Certificação de origem através da Indicação Geográfica para o café Cerrado Goiano. 2011.

ARRUDA, F.B.; GRANDE, M.A. Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em campinas. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.139-145, 2003.

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

BONOMO, D. Z., BONOMO, R., PARTELLI, F. L., DE SOUZA, J. M., MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro conilon submetido a diferentes lâminas. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, v. 7, n. 2, p. 157-169, 2013.

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

CAMARGO, A. P. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. **In: Simpósio Sobre o Manejo de Água na Agricultura**. Campinas: Fundação Cargill, p.53-90, 1987.

CAMARGO, A.P. de. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.831-839, 1985.

CAMARGO, A.P. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, p.13-26, 1985.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Agrometeorologia definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, 60(1), 65-68, 2001.

CAMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: café. Disponível em: <[http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_01\\_09\\_09\\_18\\_57\\_boletim\\_cafeoriginal.pdf](http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_09_09_18_57_boletim_cafeoriginal.pdf)> Acessado em 28/05/2014.

CARDOSO, A.P.S. Café: Cultura e tecnologia primária: Ministério do Planejamento e da Administração do Território. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia. **Instituto de Investigação Tropical**, 169 p. 1994.

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

CETACAF-CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE CAFÉ. Disponível em: <<http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba.htm>> Acessado em 28/05/2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/cafejaneiro2013>> Acessado em 25/05/2014.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; OLIVEIRA, S.L. Agricultura irrigada eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, t. 2005.

COELHO, G.; SILVA, A.M.; REZENDE, F.C.; SILVA, R.A.; CUSTÓDIO, A. A.P. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro 'Catuaí' **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 67-73, 2009.

COSTA, A.; REZENDE, R.; FREITAS, P. D.; FRIZZONE, J.; HELBEL JUNIOR, C. Número de ramos plagiotrópicos e produtividade de duas cultivares de cafeeiro utilizando irrigação por gotejamento. **Revista Ciência Agronômica**, 41, 571-581, 2010.

CUNHA, A. D. ; LANI, J.L.; SANTOS, G.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; TRINDADE, F.S.T. SOUZA, E.S. Espacialização da precipitação pluvial por meio de krigagem e cokrigagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.48, n.9, p.1179-1191, 2013.

CUSTÓDIO, A.A.P.; GOMES, M.N.; LIMA, A.L. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.27, n.3, p.691-701, 2007.

DADALTO, G.G., BARBOSA, C.A. Macrozoneamento agroecológico. In: COSTA, E.B. coord. Manual Técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-ES,. P. 11 – 14, 1995.

DA MATTA, F.M. ALEMAR B. RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. In I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2000.

DA MATTA, F.M.; RENA, A.B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). O estado da arte e tecnologia na produção de café. Viçosa: UFV, p.93-135, 2002.

DA MATTA, F.M.; RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Palestra, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Café: histórico. 2004. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/cafe/unidade/historico.htm>, Acesso em: 08/05/2014.

ABIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>. Acessado em: 28/05/2014.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 2011. 230p.

EVANGELISTA, A.W.P.; LIMA, L.A.; SILVA, A.C.; MARTINS, C.P.; Viabilidade financeira da produção de café irrigado em regiões aptas ao cultivo não irrigado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 137-146, 2011.

FARIA, R. A.; SOARES, A.A.; SEDIYAMA, G.C.; RIBEIRO, C.A.A.S. Economia de água e energia em projetos de irrigação suplementar no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.189-194, 2002.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J et al., Técnicas de produção de café arábica, Renovação e revigoramento das lavouras no Estado do Espírito Santo 2º edição. **Circular Técnica**, n 05-1. 2009.

FRIZZONE, J. A. Uniformidade e eficiência da irrigação. Piracicaba: DER/ESALQ. 1992.

FIGUEIRÊDO, V. B.; MANOEL A.; FARIA, M. A.; SILVA, E.L. Crescimento inicial do cafeeiro irrigado com água salina e salinização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.1, p.50–57, 2006.

FREITAS, Z.M.T.S.; OLIVEIRA, F.J.; CARVALHO, S.P.; SANTOS, V.F.; SANTOS, J.P. Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.267-275, 2007

HERNANDEZ, F.B.T. UNESP-IIha Solteira. Disponível em: [http://www.fotossintese.net/automacao\\_manejo.html](http://www.fotossintese.net/automacao_manejo.html). Acessado em: 03/06/2014.

Informativo Especial do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Incaper em Revista. Ano 1, Nº1 Jan/Dez, 2010.

IAFFE, A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E.; PIRES, R.C.M.; QUAGLIA, L.; CALHEIROS, R.O. Avaliação de variáveis agrometeorológicas na produtividade de café em Campinas, SP. **In:** Resumos do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, 2001.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTENCIA TECNICA E EXTENSÃO RURAL. Incaper em Revista, Ano 1 nº1 2010. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/servicos/images/SIAG.pdf>- Acessado em 20/05/2014 . Acessado em 08/05/2014.

MAPA- MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais> > Acessado em 14/06/2014.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. e ampla. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

MANTOVANI, E.C. Irrigação do cafeeiro. **In:** ZAMBOLIM, I. (Ed.) Viçosa café - Produtividade, qualidade e sustentabilidade, 1, 2000. p.263- 290

MARTINS, C. A. S.; REIS, E. R.; GRACIA, G. O.; RIGO, M. M.; ARAUJO, G. L. Análise de sistemas de irrigação por aspersão convencional no sul do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n. 3, p 235-244, 2011.

MARTINS, C. L; BUSATO, C.; SILVA, S. F.; RODRIGUES, W. N.; REIS, E. F. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 236-241, 2013.

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

MIRANDA, F.R.; SOUZA, F.; R.S.F. RIBEIRO. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Estado do Ceará. **Engenharia Agrícola**, 18: 63-70. 1999.

MORELI, A.P. Maximização da reutilização de água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro: Influências em características físico-química do efluente e da qualidade de bebida do café. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Espírito Santo. 2013.

NÓBREGA, N.E.F.; SILVA, J.G.F.; RAMOS, H.E.A.; PAGUNG, F. S. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no sul do estado do espírito santo. Disponível em:[http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/arquivos\\_pdf/publicacoes/CBME T/2008/PRP\\_Sul\\_ES.pdf](http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/arquivos_pdf/publicacoes/CBME T/2008/PRP_Sul_ES.pdf). Acessado em 23/05/2014.

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

OLIVEIRA, L. F.C.; OLIVEIRA, R.Z.; BORGES, L.B.; WEHR, T.R.; BONOMO, R.. Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar catucaí, sob dois sistemas de manejo da irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 37(3): 154-162, 2007.

ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato. p.71-100. 1987.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras. Ed. UFLA, 104 p. 2006.

PEZZOPANE, J. E. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A. AGROMETEOROLOGIA: **Aplicações para o Espírito Santo**. Alegre, ES: CAUFES, 2012. 174p.

PEZZOPANE, J. E. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A.; FERRARI, W.R.; MARIN, F.R. Zoneamento agroclimático do café para o Estado do Espírito Santo In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2009, Vitória. **Anais...** 2009. CD-ROM.

PREZOTTI, L. C., GOMES, J. A., DADALTO, G. G., OLIVEIRA, J. D. **Manual de 5ª recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo Aproximação**. Vitória: SEEA/Incapar/Cedagro, 305. 2007.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. (Eds.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. **Piracicaba: Potafós**, 1986. p. 13-85.

RENA, A. B. et al. Coffee. **Handbook of environmental physiology of fruit crops**, v. 2, p. 101-122, 1994.

RENA, A. B.; MAESTRI, R. Relações hídricas no cafeeiro. Item, Irrigação e Tecnologia, Brasília, n. 48, p. 34- 41, set. 2000.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P. Métodos e Estratégias de Manejo de Irrigação. **Circular técnico**, Embrapa. Dezembro, 2002.

RODRIGUES, S., FERRERIA FILHO, G. S., ALMEIDA, W. A., NETO, A. F. C. Desenvolvimento do café arábica (*Coffea arábica*) submetido a diferentes lâminas de irrigação, nas condições do estado de Rondônia. **Global science and technology**, v. 3, n. 1, 2010.

SANTOS, A.R. Zoneamento Agroclimatológico para a cultura do café conilon (*Coffea Conephora* L.) e arábica (*Coffea arábica* L.) na bacia do Itapemirim, ES. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, R. F. ; CARLESSO, R. Deficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.2, n.3, p.287-294, 1998.

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

SATO, F.A. Balanço hídrico na cultura do cafeeiro (*coffea arábica l.*) Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Lavras, 2005.

SEIGUI KOBAYASHI, E. Consumo de água e produtividade de cafeeiros arábica na região de Mococa. Dissertação (Mestrado). Agricultura Tropical e Subtropical na Área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais. Instituto Agrônômico, Campinas. 2007.

SILVEIRA, J.M.C.; SAKAI, E.; PIRES,R.C.M.; BARBOSA,E.A.A.; CORREIA,E.A. Cafeicultura irrigada na região nordeste paulista: oportunidades e desafios. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, 2012.

SILVA, A.C. RESPOSTA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO. Dissertação de mestrado. 2007

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

SILVA, C. A. Resposta do cafeeiro (*coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por gotejamento. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal De Uberlândia instituto De Ciências Agrárias Programa De Pós-Graduação em Agronomia, 2007.

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

SILVA, L.B.; FREITAS, H.M.B. Texto Acadêmico - Os Vegetais e a Água. UFBA/ Projeto Qualibio, Salvador, 1998. Disponível em: <<http://www.qualibio.ufba.br/012.html>>. Acesso em: 04/06/2014.

SILVA, S. de A.; LIMA, J.S. de S. Número de postos pluviométricos necessários para a estimativa da precipitação mensal no Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, p.555-560, 2011.

SILVA, C. A., SILVA, C. J.. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista científica eletrônica de agronomia** - Ano IV, n- 08, 2005.

SOUZA, F. E.F; SANTOS, J. C. F; COSTA, J. N. M; SANTOS, M.M. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Abril, 2004.

SOARES, A.R. Irrigação, Fertirrigação, Fisiologia e Produção em cafeeiros adultos na região da Zona de Minas Gerais. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C.; RENA, A.B.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy Maringá**, v. 27, no. 1, p. 117-125, 2005.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 9ª edição. Editora Artmed, 2004, 62p.

ULIANA, E.M.; REIS, E.F.; SILVA, J.G.F.; XAVIER, A.C. Precipitação mensal e anual provável para o Estado do Espírito Santo. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 139-147, 2013.