

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

LUCAS ROSA PEREIRA

**PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO CONILON VITÓRIA SOB
CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGADO EM QUATRO
SAFRAS**

ALEGRE
2019

LUCAS ROSA PEREIRA

**PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO CONILON VITÓRIA SOB
CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGADO EM QUATRO
SAFRAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração, Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

ALEGRE
2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas –
SIBI/UFES e elaborada pelo autor

P436p Pereira, Lucas Rosa, 1991-
Produção do cafeeiro Conilon Vitória sob condições de sequeiro
e irrigado em quatro safras / Lucas Rosa Pereira. - 2019.
68 f.

Orientador: Edvaldo Fialho dos Reis.

Coorientador: Giovanni de Oliveira Garcia.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Coffea canephora. 2. Déficit hídrico. 3. Manejo de irrigação.
4. Eficiência do uso da água. 5. Produtividade. I. Reis,
Edvaldo Fialho dos. II. Garcia, Giovanni de Oliveira. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

LUCAS ROSA PEREIRA

**PRODUÇÃO DO CAFEIRO CONILON VITÓRIA SOB
CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGADO EM QUATRO
SAFRAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração de Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2019

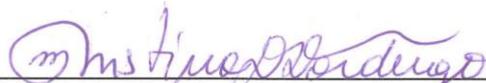
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis
Universidade Federal do Espírito Santo- CCAE/UFES
(Orientador)



Prof. Dr. Marcelo Antônio Tomaz
Universidade Federal do Espírito Santo- CCAE/UFES



Profª. Drª. Maria Christina Junger Delôgo Dardengo
Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Alegre



Dr. Samuel Ferreira da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo- CCAE/UFES

A Deus pela vida;
Aos meus pais, Roseli e João Lucio;
Aos meus amigos, pelo aprendizado mútuo,
durante todo o tempo de convivência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais pelo carinho, pelas orações e pelo apoio incondicional;

Ao meu orientador Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis pela dedicação, pela confiança, pelos ensinamentos e pelo apoio para o desenvolvimento e a conclusão desse trabalho;

À minha coorientadora e amiga Prof^a. Dr^a. Maria Christina Junger Delôgo Dardengo pela paciência, pelos conselhos, pelos ensinamentos e pelo incentivo em seguir na carreira acadêmica desde o início da graduação, muito obrigado!

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Giovanni de Oliveira Garcia, pelo apoio e esclarecimentos ao longo desses anos;

Aos membros da banca, Prof. Dr. Marcelo Antônio Tomaz e Dr. Samuel Ferreira da Silva, pelas sugestões e pelos conhecimentos transmitidos;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Alegre, pelo apoio e pela disponibilização da área experimental e laboratórios, sem os quais seria impossível a realização desse trabalho;

Ao Marquinhos, ao Eraldo, Puri, Daltinho e à equipe de funcionários do IFES pela ajuda durante a colheita;

Ao Luiz, funcionário do setor de cafeicultura, por todo apoio durante esses anos de realização do experimento, sua ajuda foi fundamental para concretização deste trabalho!

Ao CCAE/UFES e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de cursar o curso de Doutorado;

Aos meus amigos, que de maneira direta ou indireta, me ajudaram ao longo dessa caminhada (Abel, Anatan, Ariany, Joabe, Léo, Marlla, Paula Mauri, Patrícia, Saulo, Sebastião, Wellington) pelo apoio e pela amizade, sem a ajuda de vocês tudo teria sido mais difícil!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Toda pessoa deveria ser aplaudida de pé
pelo menos uma vez na vida, porque
todos nós vencemos o mundo.”

Extraordinário.

BIOGRAFIA

Lucas Rosa Pereira, filho de João Lucio Gomes Pereira e Roseli Maria Ventura da Rosa Pereira, nascido em Alegre, estado do Espírito Santo, no dia 30 de julho do ano de 1991. Em 2010, ingressou no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, no curso superior de Tecnologia em Cafeicultura, diplomando-se em dezembro de 2012. Em março de 2013 ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES), na linha de pesquisa de Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas, sob orientação do professor Dr. Edvaldo Fialho dos Reis, tendo sido concluído em 26 de fevereiro de 2015. Em março desse mesmo ano, ingressou no curso de Doutorado em Produção Vegetal, também pela Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), na linha de pesquisa de Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas, sob orientação do professor Dr. Edvaldo Fialho dos Reis, tendo sido concluído em 27 de fevereiro de 2019, conferindo-lhe o título de Doutor em Produção Vegetal.

RESUMO

PEREIRA, Lucas Rosa. Universidade Federal do Espírito Santo. Fevereiro de 2019. Produção do cafeeiro Conilon Vitória sob condições de sequeiro e irrigado em quatro safras. Orientador: Edvaldo Fialho dos Reis. Coorientadores: Giovanni de Oliveira Garcia.

Devido à ausência ou irregularidades de precipitação pluviométrica e altas temperaturas, principalmente em períodos críticos de desenvolvimento do cafeeiro, conhecer seu comportamento sob condições irrigadas, torna-se fundamental para garantir uma boa produtividade, rendimento e um produto de melhor qualidade. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a produção, o rendimento e o consumo de água dos treze clones da variedade de café Conilon Vitória, em condição irrigada, irrigada com 50% da ETc e sem irrigação, durante quatro safras. O experimento foi instalado no ano de 2013, no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, em uma área de 0,42 ha, em esquema de parcela subdividida 3 x 13 x 4, sendo nas parcelas o manejo de irrigação em três níveis (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), nas subparcelas os clones da variedade Conilon Vitória em treze níveis (V1; V2; V3; V4; V5; V6; V7; V8; V9; V10; V11; V12 e V13) e nas subsubparcelas o fator safra em quatro níveis (2013, 2014, 2015 e 2016) em um delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por cinco plantas úteis. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey para comparações entre o fator manejo e Scott-Knott para comparações entre o fator clone e o fator safra. Houve diferença significativa entre os clones da variedade do café Conilon Vitória para produção, rendimento e consumo de água nos manejos e safras avaliadas. A produtividade média de plantas irrigadas foi cerca de 5; 5,7; 10 e 10,5 vezes a mais que a de plantas sem irrigação, nas safras de 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente. A produtividade média de plantas irrigadas com 50% da ETc foi cerca de 3,6; 4,3; 7,9 e 7,9 vezes a mais que a de plantas sem irrigação, nas safras de 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente. O clone V3 apresentou, na média das quatro safras, o maior valor de produtividade para o manejo irrigado e irrigado com 50% ETc. Enquanto que para o manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V10. As plantas sob manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc apresentaram melhor desempenho nas safras de 2014 e 2016. A irrigação influenciou positivamente no rendimento do cafeeiro. O rendimento entre plantas irrigadas e

irrigadas com 50% da ETc não diferiu. Já plantas sem irrigação apresentaram menor rendimento. Os clones V4, V11 e V12, apresentaram na média das quatro safras, o melhor rendimento para o manejo irrigado e irrigado com 50% ETc. Enquanto que para o manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V12. Os manejos irrigado e irrigado com 50% da ETc apresentaram maior consumo de água por planta e menor consumo de água por quilo de café beneficiado, nas quatro safras.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, déficit hídrico, manejo de irrigação, eficiência do uso da água, produtividade.

ABSTRACT

PEREIRA, Lucas Rosa. Universidade Federal do Espírito Santo. February, 2019. Coffee production in Conilon Vitória under rainfed conditions and irrigated in four harvests. Advisor: Edvaldo Fialho dos Reis. Co-Advisors: Giovanni de Oliveira Garcia.

Due to the absence or irregularities of rainfall and high temperatures, especially in critical periods of development of the coffee, to know its behavior under irrigated conditions, becomes essential to ensure a good productivity, yield and a product of better quality. The objective of this study was to evaluate the production, yield and water consumption of the thirteen clones of the Conilon Vitória coffee variety under irrigated conditions, irrigated with 50% of ETc and without irrigation for four harvests. The experiment was installed in 2013, at the Federal Institute of Espírito Santo, Campus Alegre, in an area of 0.42 ha, in a plot of 3 x 13 x 4 sub-divided plot, with irrigation management in three levels (irrigated, irrigated with 50% of ETc and without irrigation), in the subplots the clones of the Conilon Vitória variety in thirteen levels (V1, V2, V3, V5, V6, V7, V8, V8, V9, V10, V11, V12 and V13) and in the sub-subplots the harvest factor in four levels (2013, 2014, 2015 and 2016) in a randomized complete block design with three replications. Each experimental plot consisted of five useful plants. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test for comparisons between the management factor and Scott-Knott for comparisons between the clone factor and the harvest factor. A significant difference between the clones of the Conilon Vitória coffee crop for the production, yield and water consumption in the managed and harvested crops. The average of irrigated plants was about 5; 5.7; 10 and 10.5 times more than plants without irrigation, in the harvests of 2013, 2014, 2015 and 2016, respectively. The average of plants irrigated with 50% of ETc was about 3.6; 4,3; 7.9 and 7.9 times more than plants without irrigation, in the harvests of 2013, 2014, 2015 and 2016, respectively. Clone V3 presented, in the average of the four harvests, the highest productivity value for the irrigated and irrigated management with 50% ETc. As for the management without irrigation, the best performance was obtained by clone V10. The plants under irrigated and irrigated management with 50% efficiency improve in the harvests of 2014 and 2016. The irrigation positively influences the coffee yield. The yield between irrigated and irrigated plants with 50% ETc did not differ. Already plants without irrigation lower yield. The clones V4, V11 and V12, better in the average of the four harvests, the better yield for the irrigated and irrigated management with 50% ETc. As for the management without

irrigation, the best performance was obtained by clone V12. The manures are irrigated and irrigated with 50% of ET_c, the highest amount of water per plant and lower water consumption per kilogram of coffee benefited, in the four harvests.

Keywords: *Coffea canephora*, water deficit, irrigation management, water use efficiency, productivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 O CAFÉ CONILON E SUA IMPORTÂNCIA NO CENÁRIO NACIONAL E PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	14
2.2 IRRIGAÇÃO NO CAFEIEIRO CONILON.....	16
2.3 DÉFICIT HÍDRICO NO CAFEIEIRO CONILON.....	17
2.4 PRODUÇÃO, RENDIMENTO E CONSUMO DE ÁGUA DO CAFEIEIRO CONILON.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	21
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
3.3 SISTEMA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO.....	23
3.4 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE, DO RENDIMENTO E DO CONSUMO DE ÁGUA.....	25
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA.....	27
4.2 PRODUTIVIDADE.....	27
4.3 RENDIMENTO.....	39
4.4 CONSUMO DE ÁGUA.....	47
5 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O café destaca-se como produto agrícola dentre os mais importantes, nos aspectos sociais e econômicos, para mais de 80 países produtores (ICO, 2019), e para centenas de outros mercados consumidores, constituindo-se em uma das cinco potencialidades agrícolas mais comercializadas no mundo (FAO, 2010). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, responsável pela produção de um terço de todo o café produzido no mundo (ICO, 2019).

No que tange à cafeicultura brasileira, o estado do Espírito Santo ganha grande destaque, além de ser o segundo maior produtor de café do país com 22,3% da produção, destaca-se também, como o responsável por 63,4% de todo o café conilon brasileiro (CONAB, 2019). Contudo, existem grandes diferenças entre as regiões produtoras capixabas decorrentes de problemas agronômicos (nutricionais, fitossanitários, podas, dentre outros) e principalmente, nos últimos anos, os fatores climáticos, como ausência e irregularidades na distribuição da precipitação pluviométrica e temperaturas elevadas, principalmente nos períodos críticos de desenvolvimento dos grãos.

Na agricultura moderna, para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade final do produto de forma sustentável e pensando nas mudanças climáticas, nas demandas dos produtores e as exigências de um produto de qualidade pela sociedade, há necessidade de atenção especial para a utilização de materiais genéticos superiores, conjuntamente com a melhoria das condições de plantio e manejo da cultura (FERRÃO et al., 2018). A variedade de café Conilon “Vitória 8142”, apresenta diversas características superiores, o que proporciona variadas vantagens sobre outros materiais genéticos de café (FONSECA et al., 2004).

Plantas expostas a estresses ambientais causados pelas mudanças climáticas, como alterações na temperatura e ausência de precipitação, isoladas ou em combinação, representam os fatores mais limitantes para a produtividade agrícola em todo o mundo. Destes, a seca é o estresse ambiental mais importante na agricultura, ocasionando perdas significativas na produtividade das culturas (FRACASSO, TRINDADE e AMADUCCI, 2016). A seca é o principal problema que interfere na produtividade, qualidade e sustentabilidade da cafeicultura de conilon do estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2018). Além disso, mais de 60% das áreas do Espírito Santo com zoneamento agroclimático para o café conilon apresentam restrição hídrica

para o cultivo, necessitando de irrigação (TAQUES e DADALTO, 2017). Com isso, torna-se fundamental o papel da agricultura irrigada, a fim de minimizar o impacto das irregularidades das condições climáticas sobre os cultivos. Mesmo em áreas tradicionais de cafeicultura, a irrigação é justificada pelo fato destas sofrerem na maioria das vezes o efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda de água pelo cafeeiro.

A produtividade do cafeeiro é a variável mais importante a ser quantificada quando se trabalha com pesquisas relacionadas à irrigação (VICENTE et al., 2015). Todavia, além da produção, é necessário avaliar o rendimento da lavoura, ou seja, a quantidade de café da roça (recém-colhido) para fazer uma saca de café beneficiado (LIMA, CUSTÓDIO e GOMES, 2008).

Neste aspecto, diante da crescente escassez de água que verifica-se em várias regiões do país, principalmente a ocorrida nos últimos anos no estado do Espírito Santo, é importante que se leve em consideração a eficiência com a qual as plantas utilizarão esse recurso, quando na escolha da quantidade de água a ser aplicada ou na forma de manejo adotada, bem como no retorno em produtividade de acordo com a quantidade de água consumida pelas plantas.

A literatura sobre a variedade de café Conilon Vitória, irrigado ou não, ainda é bastante limitada, principalmente na região Sul do estado do Espírito Santo. Muitas informações disponíveis são fundamentadas em experiências empíricas de produtores, devido à existência de poucas informações científicas, além da realizada pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural- INCAPER. Por isso, a necessidade de se determinar o desempenho dessa variedade clonal sob cultivo irrigado, proporcionando condições para a cultura expressar o seu potencial produtivo.

Diante do exposto, a realização deste trabalho teve por objetivo, avaliar a produtividade, o rendimento e o consumo de água dos treze clones da variedade de café Conilon Vitória, em condições de déficit hídrico e irrigado, durante quatro safras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CAFÉ CONILON E SUA IMPORTÂNCIA NO CENÁRIO NACIONAL E PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O café destaca-se como um produto de importância mundial e é cultivado em mais de 80 países, com aproximadamente 158,5 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas de produção em 2018 (ICO, 2019). O Brasil produziu cerca de 61,65 milhões de sacas de 60 kg na última safra, deste total, a produção de conilon representa cerca de 23,0% de café do país, com 14,17 milhões de sacas, representando um aumento de 32,2 % em relação à safra anterior (CONAB, 2019).

O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor brasileiro de café (22,3 % da produção nacional) e o maior produtor de café conilon (63,4 %). Na safra de 2018 o Estado produziu cerca de 13,74 milhões de sacas de 60 quilos beneficiadas, desse total 8,98 milhões de sacas são de café conilon. Essa produção é oriunda de um parque cafeeiro em produção de 241.323 hectares, com produtividade média de 38,8 sacas por hectare (CONAB, 2019).

Como visto acima, o Estado produziu 63,4% de todo o volume brasileiro de café conilon em 2018, por isso, as variações que ocorrem no estado influenciam a média nacional. As condições climáticas ficaram muito além das ocorridas, principalmente em 2015 e 2016, em razão dos baixos índices pluviométricos e da má distribuição nas fases críticas do desenvolvimento da cultura naqueles anos (florescimento e na formação e enchimento de grãos). Portanto, a produtividade média brasileira para o café conilon na safra de 2018 foi de 38,59 sc/ha, representando um incremento de 37,4% em relação a 2017 (CONAB, 2019).

O Estado serve de referência nacional e internacional no cultivo do café conilon, desde o início da década de 90, principalmente após o lançamento das primeiras variedades clonais (BRAGANÇA et al., 1993). Com o lançamento dessas variedades clonais, o produtor iniciou novos plantios e este momento foi o ponto fundamental para alavancar um crescimento na produção e produtividade das novas lavouras, somando a utilização de outras tecnologias como irrigação, nutrição, poda, manejo fitossanitário e outros. No período de 1993 a 2018, a produtividade média do café conilon no estado do Espírito Santo alcançou um acréscimo de 321,7%, passando de 9,2 sc ha⁻¹ para 38,8 sc ha⁻¹ obtidas em 2018 (CONAB, 2019).

Em 1993 o Incaper lançou e recomendou as três primeiras variedades de café conilon para o Estado, denominadas 'Emcapa 8111' de maturação precoce, 'Emcapa 8112' de maturação intermediária e 'Emcapa 8113' de maturação tardia, divergentes somente pela época de maturação (BRAGANÇA et al., 1993). Posteriormente, o Incaper lançou mais duas variedades clonais, 'Emcapa 8141 Robustão Capixaba', com característica de tolerância à seca e 'Vitória Incaper 8142', que agrega várias características.

A variedade 'Conilon Vitória Incaper 8142' foi lançada pelo Incaper em maio de 2004, constituída pelo agrupamento de treze clones superiores. Essa variedade sobressaiu-se em relação a uma série de critérios quando comparados aos demais materiais genéticos, destacando-se por apresentar alta produtividade, estabilidade de produção, tolerância à seca, tolerância à ferrugem, uniformidade de maturação e grãos grandes (FONSECA et al., 2004).

A seleção dos treze clones foi realizada a partir de 530 matrizes de lavouras comerciais e posterior avaliação experimental, durante oito safras consecutivas, em três ambientes representativos do cultivo do café conilon no Estado. A produtividade média de oito colheitas em condições não irrigadas é de 70,4 sacas beneficiadas de 60 kg ha⁻¹, cerca de 21% superior à média das demais variedades melhoradas do Incaper, contudo se plantada e manejada adequadamente, com controle de pragas e doenças e nutrição correta, a produtividade pode chegar a 150 sacas por hectare (FERRÃO et al., 2012).

Devido à sua importância, o café conilon vem alcançando, nos últimos anos, maior expressão, em razão da sua inclusão cada vez mais frequente nos blends de cafés torrados e moídos e da expansão do consumo de café solúvel em todo o mundo, bem como, pelo surgimento de inúmeras formas atrativas de consumo, tendo em vista ser essa mais atrativa às indústrias, por sua maior rentabilidade e também aspectos que envolvem padrões diferenciados de qualidade. Soma-se a isso o fato de ser uma espécie, mais rústica, possibilitando, assim, a obtenção de produto economicamente mais competitivo (FONSECA et al., 2015).

2.2 IRRIGAÇÃO NO CAFEEIRO CONILON

O cultivo do cafeeiro conilon tem expandido para áreas onde a deficiência hídrica é o principal fator limitante ao crescimento e à produção (SILVA et al., 2010; PEZZOPANE et al., 2010; ARAUJO et al., 2011; PARTELLI et al., 2013), o que torna necessário realizá-lo predominantemente sob irrigação (COVRE et al., 2015).

Estima-se que a área irrigada de café conilon no estado do Espírito Santo seja de 237 mil hectares, o que corresponde a 81,0 % de área sob irrigação, sendo a grande maioria na região norte capixaba (IBGE-GCEA-LSPA, 2015; INCAPER, 2016).

Sabendo-se que a irrigação é uma das práticas agrícolas que mais influencia a produção das culturas é necessário atentar-se a três conceitos básicos, que devem sempre ser levados em consideração dentro da agricultura irrigada: quando, como e quanto irrigar. Estes três conceitos são definidos com base na capacidade de armazenamento de água no solo e consumo de água pelas plantas (ROCHA NETO et al., 2015). Com isso, ressalta-se a importância da realização de um correto manejo da irrigação, visto que, tal procedimento constitui-se de uma técnica de suma importância do ponto de vista econômico e ambiental em uma atividade agrícola irrigada, pois proporciona economia de água, energia, aumento da produtividade da cultura e melhoria na qualidade do produto (BONOMO et al., 2013). Neste sentido, se tais fatores não forem levados em consideração, acarretará em uma baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (CULLEN, 2004).

Para o cafeicultor, a prática da irrigação e um manejo adequado, além de incrementar a produtividade, podem proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado, como também se pode economizar água e energia (BUSATO et al., 2007).

Para realização de um correto manejo da irrigação, existem diversos equipamentos, metodologias e modelos agrometeorológicos, destacando-se aqueles que apresentam maior simplicidade e funcionalidade. O manejo da irrigação via clima, por exemplo, pode ser realizado pela reposição da água consumida pela cultura desde a última irrigação, ou ainda, por meio do balanço hídrico. As principais técnicas para estimar o requerimento de água pelas plantas são baseadas em dados meteorológicos. Considerando uma disponibilidade inicial de água no solo, a determinação da ET_c permite, a qualquer momento, definir a quantidade de água

utilizada, possibilitando a identificação do momento da irrigação e da lâmina de água necessária (RODRIGUES et al., 2010).

Embora o método de Penman-Monteith (PM) seja considerado, atualmente, como padrão para a estimativa de ET_o (ORTEGA-FARIAS; IRMAK e CUENCA, 2009), o seu uso é limitado, uma vez que são necessárias variáveis meteorológicas nem sempre disponíveis. Por essa razão, outros métodos que empregam um menor número de variáveis são, muitas vezes, utilizados na estimativa de ET_o . Entre esses, destaca-se o de Hargreaves (HARGREAVES e ALLEN, 2003).

Nesse método, a ET_o é calculada com base em valores da temperatura média do ar e da radiação solar global (R_s), que é estimada a partir da diferença entre as temperaturas máxima ($T_{máx}$) e mínima ($T_{mín}$) do ar. Essa estimativa considera que, na presença de nuvens, quando os valores de R_s são menores, essa diferença ($T_{máx} - T_{mín}$) também tende a ser menor (ALLEN et al., 1998). Em trabalho realizado por Fernandes et al. (2018), estimando a evapotranspiração de referência para uma região produtora de café no Cerrado mineiro, verificaram que o método de Hargreaves apresentou desempenho “muito bom” para estimativa da evapotranspiração, podendo assim ser utilizado como ferramenta no manejo da irrigação daquela região cafeeira.

2.3 DÉFICIT HÍDRICO NO CAFEEIRO CONILON

Em trabalho realizado por Galeano et al. (2016), estimando perdas na produção agrícola capixaba no ano de 2015, os autores expõem as perdas drásticas na produção, sofridas pelas maiorias das culturas presentes no Estado, quebrando a hegemonia de crescimento dos últimos 20 anos na cafeicultura do estado do Espírito Santo. Tendo em vista a melhoria do nível tecnológico dos produtores, esperava-se ganhos na produção e melhoria da qualidade dos grãos. Mas, houve influência das condições climáticas, como má distribuição das chuvas, altas temperaturas e grande insolação manifestadas, sobretudo na maioria dos meses de 2014 a 2016, quebrando a sequência crescente de produção.

Em diversos países produtores de café, o déficit hídrico é considerado o principal estresse ambiental capaz de afetar o desenvolvimento e a produção do cafeeiro, sendo ainda o principal gargalo para a produção de café em áreas com longos períodos de seca (DAMATTA e RAMALHO, 2006; TESFAYE et al., 2015). Com isso,

o conhecimento das relações entre o déficit hídrico no solo e seus efeitos sobre o desenvolvimento da planta é de extrema importância para o entendimento das respostas das culturas ao estresse hídrico (RODRIGUES et al., 2013).

Com a presença de deficiência hídrica, o cafeeiro reduz seu metabolismo, uma vez que ocorre uma redução da taxa de evapotranspiração, o que desencadeia uma redução no fluxo de massa e nas trocas gasosas (APARECIDO; ROLIM; SOUZA, 2015; DAMATTA e RAMALHO, 2006).

O estresse é considerado um desvio significativo das condições ótimas para a vida, que induz mudanças e respostas nos níveis funcionais dos organismos, as quais são reversíveis a princípio, podendo se tornar permanentes (LARCHER, 2006). As plantas podem sofrer algum tipo de estresse fisiológico, quando há deficiência ou excesso de um fator abiótico, o que é referido como um desequilíbrio. Esses desequilíbrios acarretados por fatores abióticos causam efeitos primários e secundários às plantas (TAIZ e ZEIGER 2013).

O estresse hídrico ocasionado pela escassez de água proporciona diminuição da expansão foliar e do alongamento das raízes, levando à redução da área fotossintetizante, do número de folhas, bem como o crescimento dos ramos (RODRIGUES et al., 2016a; ARAÚJO et al., 2011; DARDENGO, PASSOS e REIS, 2009).

As condições agrometeorológicas de cada ano, em especial a distribuição pluviométrica e a temperatura do ar, interferem na fenologia do cafeeiro (TAVARES; COSTA; LEITE, 2014), na produtividade, no rendimento e na qualidade da bebida (MEIRELES et al., 2009). Embora o estresse hídrico e térmico sejam os fatores mais limitantes ao desenvolvimento e rendimento do cafeeiro, seus impactos sobre a produtividade variam de acordo com a fase fenológica em que ocorrem (CAMARGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO, 1985).

A fase de florada é sensível a escassez de água e temperaturas elevadas. A ocorrência de altas temperaturas combinadas com a deficiência hídrica neste período pode causar abortamento das flores, reduzindo o rendimento do cafeeiro (DaMATTA et al., 2006; CAMARGO, 1985). Entretanto, se o estresse hídrico ocorre após a fecundação, haverá prejuízos no crescimento dos frutos (CAMARGO, 2010). A fase de expansão dos frutos (chumbinho), ocorrida no período entre a 10 e 17ª semanas após o florescimento, é uma das etapas mais críticas para o cafeeiro, onde a escassez de água atrasa o crescimento dos frutos, impedindo que esses cheguem ao seu

tamanho potencial, resultando em peneira baixa e quebra no rendimento (CAMARGO, 1987). Neste contexto, a irrigação constitui-se, de uma ferramenta importante para reduzir a quebra da produtividade, aumentar o rendimento e elevar a qualidade física do produto final. Visto que, decréscimos significativos na produtividade de café conilon geralmente se relacionam com deficiência hídrica nas épocas do florescimento, formação e enchimento de grãos (GALEANO et al., 2016; CONAB, 2017; DARDENGO et al., 2018).

2.5 PRODUÇÃO, RENDIMENTO E CONSUMO DE ÁGUA DO CAFEIRO CONILON

Conhecer o quanto se colherá é sempre uma informação desejada pelos produtores, sendo comum a estimativa da sua produção em função do rendimento da lavoura, ou seja, o volume de café colhido na lavoura necessário para se obter uma saca de 60 kg com grãos de café cru beneficiado (LIMA, CUSTÓDIO e GOMES, 2008). Em geral, sabe-se que a relação entre o peso do café da roça e peso de café beneficiado do cafeeiro conilon, varia de 3,3 a 5,2:1, dependendo do material genético e pode aumentar à medida que se colhe o café com maior porcentagem de frutos verdes. O rendimento médio dos treze clones constituintes da variedade de café Conilon Vitória para a relação entre o peso de café da roça/peso de café beneficiado foi de 3,92 (FONSECA et al., 2004).

A eficiência no uso da água é um índice bastante utilizado para a avaliação do uso da água pelas culturas. Normalmente é determinada pela relação entre a produtividade (kg ha^{-1}) e a quantidade de água utilizada pela planta (mm) (VICENTE et al., 2015). O manejo adequado e estratégico da água pode ser feito, utilizando-se o índice de eficiência de uso da água para o planejamento e a tomada de decisão da irrigação, aumentando-se a produtividade da cultura (KARATAS et al., 2009). A eficiência desse índice pode ser melhorada quando, consegue-se aumentar a produtividade sem aumentar a quantidade de água aplicada (DINAR, 1993). O uso de informações de produtividade e eficiência do uso da água são importantes para a análise econômica do sistema produtivo, além de auxiliar na economia do uso da água (SANDRI et al., 2007).

No entanto, atualmente existem poucos trabalhos na literatura avaliando a eficiência do uso da água na cafeicultura. Destacando-se, trabalhos como o de

Carvalho (2008) e Vicente et al. (2015) para o cafeeiro arábica e Oliveira (2014) e Dardengo et al. (2018) para o conilon. A maioria das informações a respeito desse tema encontra-se em trabalhos relacionados à fruticultura e olericultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Alegre, Fazenda Caixa D'Água, distrito de Rive, localizado na latitude 20°25'53" S e longitude 41°27'25" W, altitude média de 137 m e precipitação média anual de 1250 mm. Em uma área de aproximadamente 0,42 ha cultivada de *Coffea canephora* Pierre, variedade 'Conilon Vitória Incaper 8142', constituída por treze clones. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo "Aw" com estação seca no inverno, onde a temperatura anual média é de 23,1 °C.

Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados conforme as necessidades da cultura, seguindo as atuais recomendações para o café conilon (FERRÃO et al., 2017). A plantas foram conduzidas com quatro hastes. Sendo realizados desbastes, quando necessário.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilo-arenosa e o plantio das mudas ocorreu em novembro de 2010, adotando o espaçamento de 3 x 1,1 m. A aplicação de corretivos e de adubos químicos foi realizada com base na análise química do solo, conforme o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação (PREZOTTI et al., 2007).

Na Tabela 1, têm-se os dados físicos hídricos do solo, na profundidade de 0,00-0,30m, conforme EMBRAPA (1997), adaptado por Dardengo et al. (2009).

Tabela 1- Dados físicos hídricos do solo na profundidade de 0,00-0,30m.

Camada (cm)	Teor de água na capacidade de campo (%)	Teor de água no ponto de murcha (%)	Água disponível (mm cm ⁻¹)	Densidade (kg dm ⁻³)
0-30	26,75	15,20	1,80	1,56

Para a caracterização climática, foram realizadas medidas diárias de temperatura máxima e mínima, por meio de um termômetro digital e de precipitação por meio de um pluviômetro, instalados no local do experimento. Assim, na Figura 1, verifica-se os dados das médias de temperatura máxima, mínima e média do ar, e na Figura 2, o total de precipitação pluviométrica mensal, do local de realização do experimento, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016.

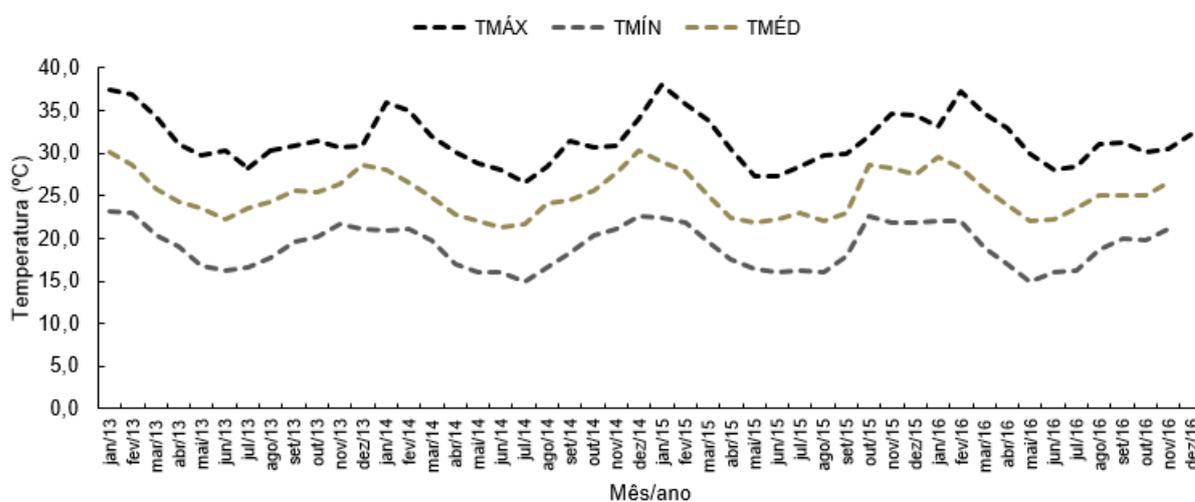


Figura 1- Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média do ar no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 em Rive, Alegre-ES.

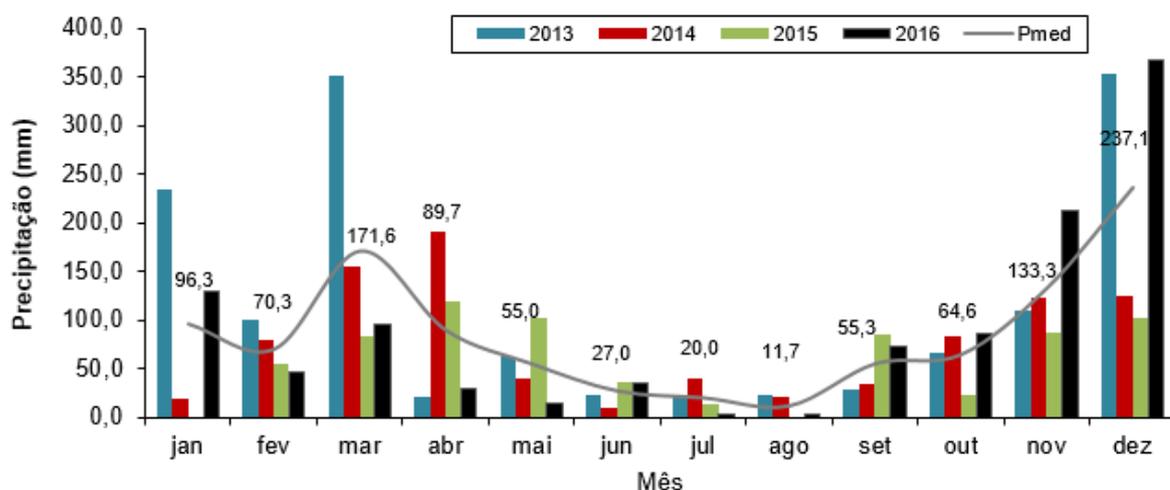


Figura 2- Precipitação pluviométrica mensal no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 em Rive, Alegre-ES.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi montado em esquema de parcela subdividida 3 x 13 x 4, sendo nas parcelas o fator manejo de irrigação em três níveis (irrigado, irrigado com 50 % da ETc e sem irrigação), nas subparcelas o fator clone em treze níveis (V1; V2; V3; V4; V5; V6; V7; V8; V9; V10; V11; V12 e V13) e nas subsubparcelas o fator safra em quatro níveis (2013, 2014, 2015 e 2016) em um delineamento em blocos casualizados, com três repetições.

A parcela experimental foi constituída de cinco plantas, totalizando-se 65 plantas por bloco. Entre os fatores foram utilizadas três linhas de bordaduras, sendo mais duas linhas na parte superior e inferior da área experimental, e uma linha nas laterais. Na Figura 3, verifica-se o esquema experimental, demonstrando a disposição das parcelas experimentais, as bordaduras e a localização dos aspersores.



Figura 3- Esquema do experimento.

3.3 SISTEMA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Para a realização da irrigação, foi adotado o manejo via clima. Sendo a evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método de Hargreaves e Samani (1985) (Equação 1).

$$ET_o = 0,0023 \left(\frac{R_a}{2,45} \right) (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8) \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

T med- temperatura média (°C);

Tmed = 0,5 (T_{max} + T_{min});

T max- temperatura máxima (°C);

Tmin- temperatura mínima (°C);

R_a- radiação solar no topo da atmosfera (MJ.m⁻².d⁻¹).

De posse dos resultados diários de evapotranspiração, foram calculados os valores de evapotranspiração da cultura (Equação 2). Para isso, foram utilizados os valores de coeficiente da cultura (Kc) entre 0,8 a 1,0 (do plantio aos 18 meses) e 1,1 a partir dos 18 meses.

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

ET_c – evapotranspiração da cultura, mm d⁻¹;

ET_o – evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; e

K_c – coeficiente de cultura, adimensional.

Em relação ao turno de rega, no período de dezembro a março as irrigações foram realizadas a cada dois dias, período em que as evapotranspirações foram maiores e no período de abril a novembro foram realizadas a cada três dias, período em que as evapotranspirações foram menores. No período de maio a julho de cada ano, foi suspensa a aplicação de água via irrigação, visto que, esse período coincidia com a época de maturação e colheita dos frutos.

Na Figura 4, têm-se os valores de evapotranspiração de referência mensal (ET_o), Evapotranspiração da cultura mensal a 100% da ET_c e Evapotranspiração da cultura mensal a 50% da ET_c, no cafeeiro Conilon Vitória, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016.

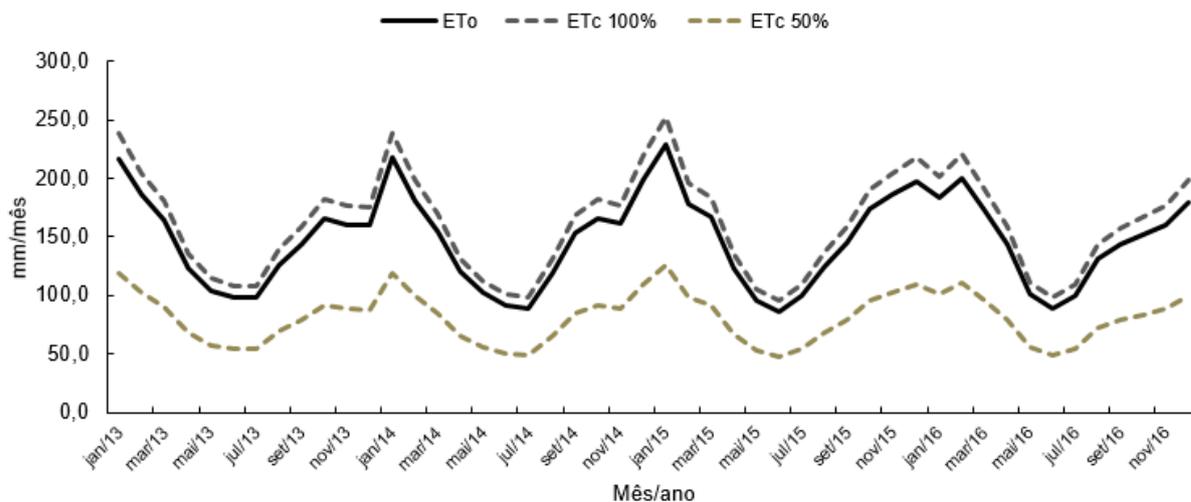


Figura 4- Evapotranspiração de referência mensal (ET₀), Evapotranspiração da cultura mensal a 100% (irrigado com 100% da ET_c) e Evapotranspiração da cultura mensal a 50% (irrigado com 50% da ET_c), no cafeeiro Conilon Vitória, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 em Rive, Alegre-ES.

O sistema de irrigação foi por aspersão convencional, constituído por três linhas laterais, apresentando cada uma, quatro aspersores setoriais, espaçados por 18 x 18 m, com bocais 5,6 x 3,2 mm e vazão de 2,66 m³ h⁻¹, sendo o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) de 81,0%.

Para irrigar as plantas do manejo irrigado, foram ligados os aspersores da linha do meio e inferior simultaneamente, posteriormente para irrigar as plantas do manejo com 50% da ET_c foram ligados os aspersores da linha do meio e superior simultaneamente.

3.4 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE, DO RENDIMENTO E DO CONSUMO DE ÁGUA

Para a realização da colheita, adotou-se como critério, visual, pelo menos 80% dos frutos maduros, haja vista que dentro da variedade existem clones de maturação precoce, intermediária e tardia, e entre os manejos existem diferentes épocas de maturação do cafeeiro. A derriça foi manual em peneira.

Na avaliação da produção, após colhida cada planta da parcela experimental, foi realizada a pesagem dos frutos e obtida a quantidade de café da roça (CR) em quilos e litros por planta. Do total colhido em cada parcela experimental foi retirada uma amostra de 2,0 kg, sendo esta, submetida à secagem em terreiro suspenso (até o teor de umidade médio dos grãos de 12,0%), para obtenção do café em coco (CC), que

foi beneficiada e pesada, obtendo-se café beneficiado (CB), sendo posteriormente, ajustados em sacas beneficiadas de 60 kg ha^{-1} .

O rendimento foi estabelecido pela relação entre a quantidade de café recém-colhido correspondendo a uma amostra de 2,0 kg e a quantidade de café posteriormente beneficiado (KgCR por KgCB).

O consumo de água foi calculado pela contabilização das lâminas de irrigação e precipitação efetiva de cada mês, correspondentes aos seguintes períodos avaliativos: do plantio até a formação da lavoura (11/2010 a 04/2012 - fase de formação - 18 meses), 1ª colheita (05/2012 a 04/2013 - safra 2013 - 30 meses), 2ª colheita (05/2013 a 04/2014 - safra 2014 - 42 meses), 3ª colheita (05/2014 a 04/2015 - safra 2015 - 54 meses) e 4ª colheita (05/2015 a 04/2016 - safra 2016 - 66 meses). De posse desses resultados, foi determinada a relação entre a produtividade (kg ha^{-1}) e a quantidade de água utilizada pela planta (mm).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott para comparação entre o fator clone e safra, para o fator manejo foi aplicado o teste de Tukey, ambos em 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

A análise de variância para todas as variáveis está apresentada na Tabela 2. Verifica-se que houve efeito significativo para a interação manejo x clone x safras, em nível de 5% de probabilidade, para todas as variáveis estudadas, devendo-se proceder à análise de forma desdobrada.

Tabela 2- Análise de variância para a variável produtividade, rendimento e consumo de água do cafeeiro conilon Vitória.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Produtividade	Rendimento	Consumo de água
Bloco	2	19,62255	0,614599	2,242740
Clone	12	2096,363*	48,06897*	3528,141*
Erro (A)	24	10,05967	0,7166753	41,88626
Manejo	2	71139,28	2887,218	80609,90
Manejo x Clone	24	412,3912*	20,92230*	2734,457*
Erro (B)	52	10,27205	0,6422805	40,90696
Safras	3	20738,60	449,3043	5806,699
Safras x Clone	36	627,0267*	9,550854*	1232,252*
Safras x Manejo	6	3691,862*	381,4325*	1648,436*
Safras x Clone x Manejo	72	246,1811*	8,453646*	1135,318*
Resíduo	234	8,034963	0,5309732	26,46234
CV (%)	-	9,32	10,34	23,19

*F significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

4.2 PRODUTIVIDADE

Na Figura 5, tem-se a produtividade das plantas do cafeeiro Conilon Vitória em sacas beneficiadas de 60 kg ha⁻¹, (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone e (B) em função dos clones para cada manejo de irrigação, na safra do ano de 2013.

Comparando-se a produtividade entre os manejos de irrigação (Figura 5A), verifica-se que a média de produtividade de plantas irrigadas foi cerca de 1,4 vezes a mais que plantas irrigadas com 50% da ETc. Plantas irrigadas produziram cerca de 5 vezes a mais que plantas sem irrigação. E, plantas irrigadas com 50% da ETc em relação a plantas sem irrigação, cerca de 3,6 vezes a mais.

Ocorreram diferenças estatísticas entre o cafeeiro irrigado e irrigado com 50% da ETc, para os clones V1 ao V4, V8 e V10. Para o manejo sem irrigação, verifica-se que ocorreram diferenças estatísticas para todos os clones em relação aos demais manejos, apresentando menores produtividades, exceto o clone V2, em que não diferiu do manejo de 50%.

Na Figura 5B, comparando-se a produtividade em função dos treze clones para cada manejo, verifica-se que em plantas irrigadas, a média de produtividade da variedade foi de 28,5 sc beneficiadas de 60 kg ha⁻¹, valor próximo à média estadual na safra de 2013 (29,0 sc ha⁻¹). O clone V10 foi o mais produtivo, com 46,3 sc ha⁻¹. Os clones V5, V7, V9 e V13 formaram o grupo de clones menos produtivos, em média 17,5 sc ha⁻¹, valor abaixo da média de produtividade do Estado.

Para plantas irrigadas com 50% da ETc, a média de produtividade da variedade foi de 20,7 sc ha⁻¹, o valor foi 28,6% inferior à média estadual em relação à safra de 2013. A maior produtividade foi alcançada pelo clone V12, com 37,3 sc ha⁻¹. Os clones menos produtivos foram, V1, V2, V5 e V8, com média de 11,0 sc ha⁻¹.

Para plantas sem irrigação, a média de produtividade da variedade foi 5,7 sc ha⁻¹, valor 409,0% inferior à média estadual. Observa-se ainda que todos os clones obtiveram produtividades abaixo da média do Estado. Os clones V3, V10 e V12 obtiveram maior média de produtividade, 10,4 sc ha⁻¹. O restante dos clones, 4,3 sc ha⁻¹.

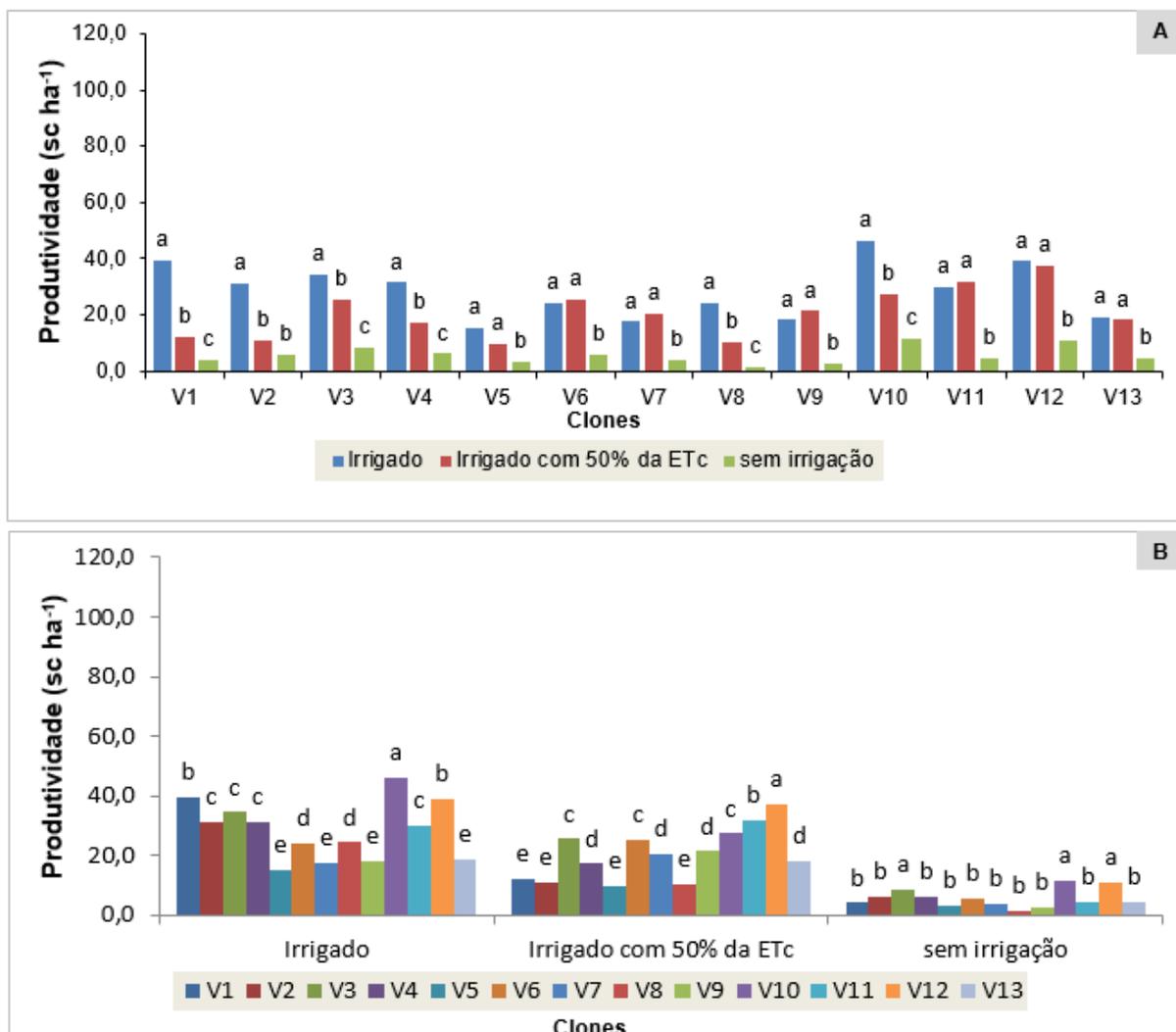


Figura 5- Produtividade (sc ha⁻¹) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2013.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na safra do ano de 2014 (Figura 6), a produtividade média de plantas irrigadas foi cerca de 1,3 vezes a mais que plantas irrigadas com 50% da ETc. Plantas irrigadas produziram cerca de 5,7 vezes a mais que plantas sem irrigação. E, plantas irrigadas com 50% da ETc, produziram cerca de 4,3 vezes a mais que plantas sem irrigação.

Ocorreram diferenças estatísticas entre o cafeeiro irrigado e irrigado com 50% da ETc, para todos os clones da variedade, exceto, V7, V12. Para o V10, chama atenção o fato de apresentar uma maior produtividade quando irrigado com 50% da ETc. Segundo Oliveira (2014), o clone V10 é indicado para regiões onde há restrições hídricas.

Para o manejo sem irrigação, verifica-se que ocorreu diferenças estatísticas para todos os clones em relação aos demais manejos, apresentando menores produtividades em todos os cenários.

Na Figura 6B, verifica-se que em plantas irrigadas, a média de produtividade da variedade foi de 67,8 sc ha⁻¹, valor 93,2% superior à média de produtividade do estado do Espírito Santo na safra de 2014 (35,1 sc ha⁻¹). Nota-se ainda que existe uma grande variação de produtividade entre alguns clones, sendo formados seis grupos, nos quais, o mais produtivo foi o clone V2, com 92,1 sc ha⁻¹. O clone V11 foi o menos produtivo, com 41,5 sc ha⁻¹, mesmo com a menor produtividade, esse valor foi 18,2% superior à média estadual.

Para plantas irrigadas com 50% da ETc, a média de produtividade da variedade foi de 50,7 sc ha⁻¹, valor 44,4% superior à média do Estado. A maior produtividade foi alcançada pelo clone V10, com 89,0 sc ha⁻¹. Os clones menos produtivos foram, V1, V5, V8, V11 e V13, produzindo em média 36,0 sc ha⁻¹.

Em plantas sem irrigação, a média de produtividade da variedade foi 11,8 sc ha⁻¹, valor 197,5% inferior à média estadual. Observa-se ainda que todos os clones obtiveram produtividades abaixo da média de produtividade do Estado, exceto o V10, que apresentou-se superior aos demais, com produtividade de 40,6 sc ha⁻¹, valor 15,7% superior à média do Estado. O grupo de clones mais sensíveis ao deficit hídrico, com as menores produtividades foi formado pelos clones V2, V4, V5, V9 e V13, com média de 2,7 sc ha⁻¹.

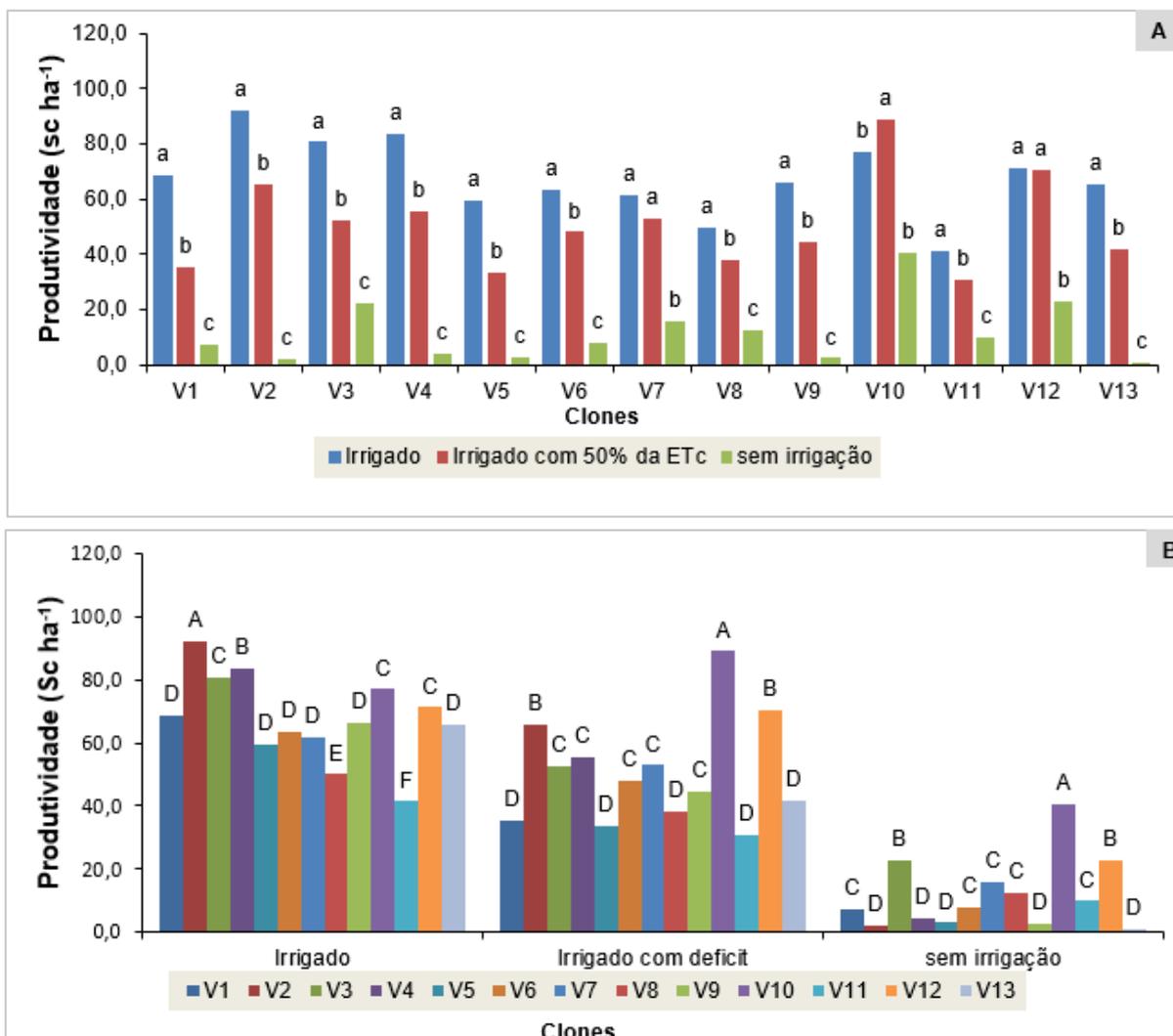


Figura 6- Produtividade (sc ha⁻¹) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2014.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na safra do ano de 2015 (Figura 7), a produtividade média de plantas irrigadas foi cerca de 1,3 vezes a mais que plantas irrigadas com 50% da ETc. Plantas irrigadas produziram cerca de 10 vezes a mais que plantas sem irrigação. E, plantas irrigadas com 50% da ETc produziram cerca de 7,9 vezes a mais em relação a plantas sem irrigação.

Pela Figura 7A, nota-se que houve diferenças estatísticas entre plantas irrigadas e irrigadas com 50% da ETc apenas para os clones V2, V3, V4 e V13. A produtividade de plantas sem irrigação foi menor em todos os clones da variedade, em relação aos manejos sob irrigação (Figura 7A).

Na Figura 7B, comparando-se a produtividade em função dos treze clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo, verifica-se que em plantas irrigadas, a média de produtividade da variedade foi de 30,9 sc ha⁻¹, mesmo com a baixa média de produtividade, esse valor foi 12,8% superior à média de produtividade do estado do Espírito Santo na safra de 2015 (27,4 sc ha⁻¹). Os clones mais produtivos neste manejo foram, V3 e V4, com média de 55,8 sc ha⁻¹. O grupo de clones com menor desempenho foi V1, V2, V5, V6, V7, V9, V10, V11 e V13, em média 23,0 sc ha⁻¹.

No manejo com 50% da ETc, a média de produtividade da variedade foi 24,5 sc ha⁻¹, valor 10,6% inferior à média estadual para a safra de 2015. O clone mais produtivo foi o V12 com 45,7 sc ha⁻¹. O grupo menos produtivo foi formado pelos clones V1, V2, V4, V5 e V13, produzindo em média 17,2 sc ha⁻¹.

Não houve diferenças estatísticas entre clones do manejo não irrigado, sendo a média de produtividade 3,1 sc ha⁻¹, valor 784,0% inferior à média estadual.

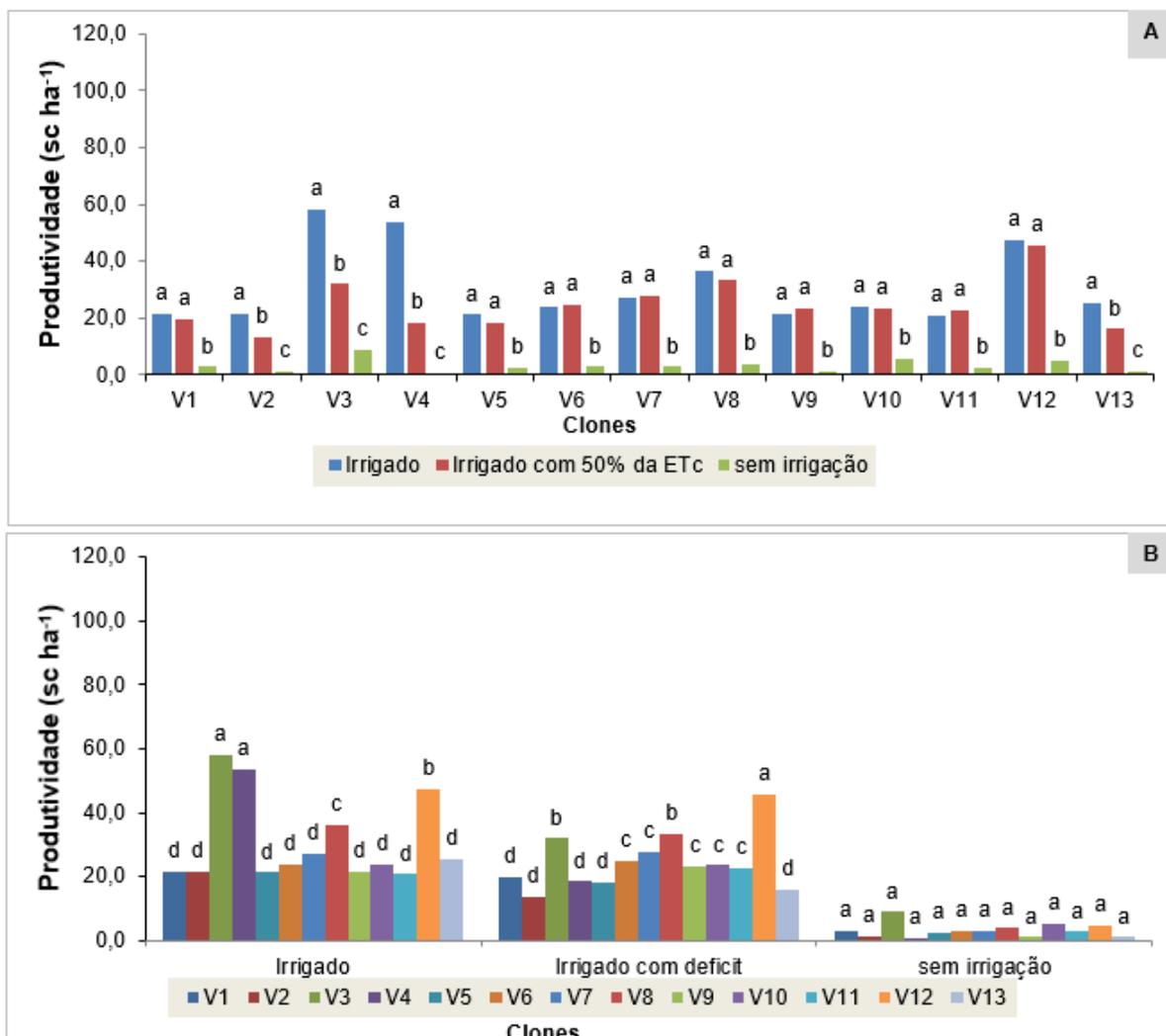


Figura 7- Produtividade (sc ha⁻¹) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2015.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na safra do ano de 2016 (Figura 8), a produtividade média de plantas irrigadas foi cerca de 1,3 vezes a mais que plantas irrigadas com 50% da ETc. Plantas irrigadas produziram cerca de 10,5 vezes a mais que plantas sem irrigação. E, plantas irrigadas com 50% da ETc produziram cerca de 7,9 vezes a mais que plantas sem irrigação.

Ocorreram diferenças estatísticas entre os três manejos para todos os clones, exceto V1 e V7 em que plantas irrigadas e irrigadas com 50% da ETc não diferiram entre si (Figura 8A).

Na Figura 8B, verifica-se que em plantas irrigadas, a média de produtividade da variedade foi de 65,5 sc ha⁻¹, valor 238,0% superior à média de produtividade do

Estado na safra de 2016 (19,4 sc ha⁻¹). O clone mais produtivo foi o V3, com 115,9 sc ha⁻¹. O clone V1 apresentou o menor desempenho, com 22,4 sc ha⁻¹, ainda assim, superior à média estadual.

Em plantas irrigadas com 50% da ETc, a média da variedade foi de 49,1 sc ha⁻¹, valor 153,0% superior à média estadual. Sendo o clone V3 com melhor desempenho, 92,6 sc ha⁻¹. O grupo de clones com menor desempenho foi formado pelo V1 e V11, produzindo em média 21,0 sc ha⁻¹.

A média de produtividade do manejo não irrigado foi 6,2 sc ha⁻¹, 213,0% inferior à média do Estado. O clone V12 foi o mais produtivo, 19,8 sc ha⁻¹. O grupo de clones menos produtivos foi composto por V1 ao V5, V8, V9 e V13, em média 3,1 sc ha⁻¹.

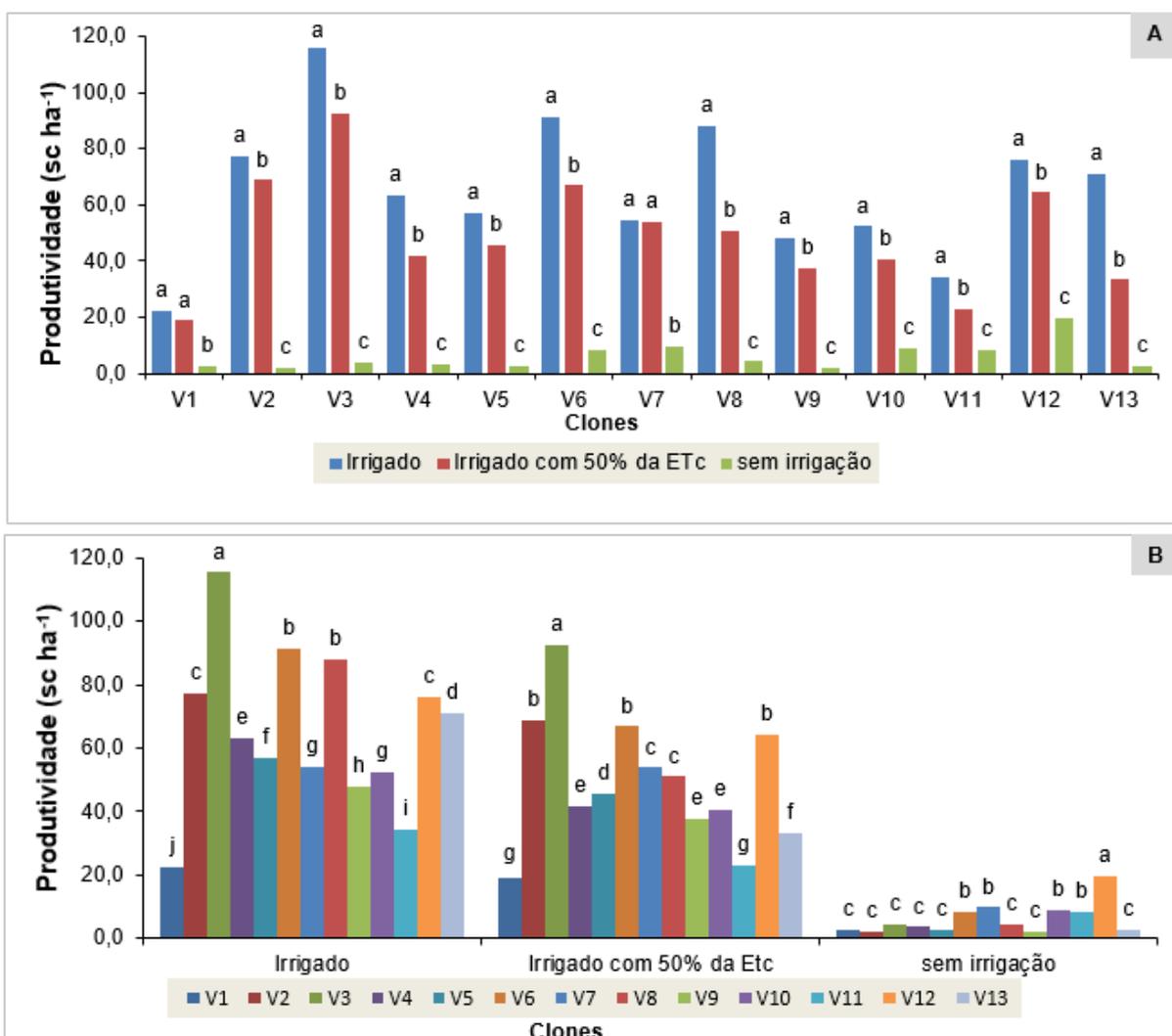


Figura 8- Produtividade (sc ha⁻¹) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2016.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

A maior produtividade obtida em plantas irrigadas e aquelas irrigadas com 50% da ETc em relação a plantas sem irrigação, se deve ao fator água, dado a baixa produtividade de plantas cultivadas em condições não irrigadas. Visto que, com exceção do ano de 2013, ocorreu veranicos típicos de janeiro/fevereiro em todos os anos (Figura 1 e 2), esse período coincidiu com a fase fenológica de alta demanda de água para o enchimento dos grãos, o que resultou na redução drástica de produção de plantas cultivadas sem irrigação.

Com isso, nota-se incrementos significativos na produção do cafeeiro irrigado, os valores somados da média de produtividade da variedade, nos quatro anos de safra, foram 619,0% superiores aos obtidos em plantas sem irrigação, o que corresponde a 41,5 sacas beneficiadas de 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ a mais. Ao comparar plantas irrigadas com 50% da ETc e plantas sem irrigação, essa diferença é de 29,5 sacas beneficiadas de 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ a mais. Evidenciando a importância da irrigação no cafeeiro conilon, principalmente nos períodos críticos de desenvolvimento dos grãos.

Martins et al. (2015) observaram que a deficiência hídrica tem uma relação inversamente proporcional com a produtividade. Ou seja, segundo os autores, quanto maior o déficit hídrico sofrido, menor será a produtividade anual do cafeeiro. Resultado semelhante foi encontrado por Aparecido, Rolim e Souza (2015), ao analisarem a sensibilidade do cafeeiro arábica, observaram que a deficiência hídrica é a variável que mais influencia na produtividade. Tais resultados vão ao encontro dos obtidos nesta pesquisa, visto que, nos anos avaliados, o cafeeiro não irrigado, apresentou as piores produtividades para todos os clones, estando bem abaixo da média do estado do Espírito Santo.

Ademais, as diferenças expressivas de produtividade entre o cafeeiro irrigado e não irrigado, desta pesquisa, corroboram com os encontrados por Dardengo et al. (2018), em que na safra de 2009/10 e 2010/11, o cafeeiro Robusta Tropical irrigado produziu cerca de 777,7 e 700,0% mais que o não irrigado, respectivamente. Bonomo et al. (2008) verificaram, nas condições do cerrado da região de Jataí, Goiás, que o emprego da irrigação proporciona aumentos da ordem de 100% na produtividade média dos cafeeiros. Já Silva et al. (2008) avaliando a produtividade e o rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação, observaram um aumento de aproximadamente 240% entre a lâmina que obteve maior produtividade para a não irrigada, na média de três safras.

Além desses, diversos autores observaram diferenças significativas entre o cafeeiro irrigado e de sequeiro, dentre esses, aparecem, Gomes et al. (2007), Rezende et al. (2006), Scalco et al. (2011), Bonomo. (2013) e Silva et al. (2003), dentre outros. Com isso, é notório a importância de irrigar o cafeeiro, a fim de obter maiores produtividades, principalmente em épocas em que ocorrem irregularidades na distribuição pluviométrica, como ocorrido nos últimos anos no estado do Espírito Santo.

Oliveira (2014) avaliou a produtividade dos treze clones do cafeeiro Conilon Vitória submetido a diferentes lâminas de irrigação, na região Serrana do estado do Espírito Santo, observou que para a lâmina de 100% ETo, a média de duas safras, o clone com maior produtividade foi o V4 com 95,9 sc ha⁻¹. Vale ressaltar que no presente trabalho, em uma média das quatro safras o clone V3 apresentou melhor desempenho, com 72,3 sc ha⁻¹, em condições de irrigação com 100% da ETc e irrigado com 50% da ETc, 50,7 sc ha⁻¹. Para o manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V10, produzindo na média das safras, 16,7 sc ha⁻¹.

Na Figura 9, tem-se a produtividade em função das safras, para cada clone, em cada manejo de irrigação. No cafeeiro irrigado (Figura 9A), as maiores produtividades foram obtidas nas safras de 2014 e/bu 2016, com exceção do clone V1, que produziu menos na safra de 2016.

Em plantas submetidas à irrigação com 50% da ETc (Figura 9B), observa-se que em geral a produtividade de todos os clones foi menor, se comparada ao manejo irrigado, contudo, o comportamento dos clones, avaliando as safras, foi parecido com o manejo anterior, sendo as maiores produtividades observadas nas safras de 2014 e/bu 2016.

Em relação a plantas de sequeiro (Figura 9C), não houve diferenças estatísticas entre as safras para os clones V1, V2, V4 a V6, V9 e V13. Já os clones V3, V7, V8, V10, V11 e V12, obtiveram melhor desempenho na safra de 2014, sendo esses dois últimos, com desempenho estatisticamente igual na safra de 2016.

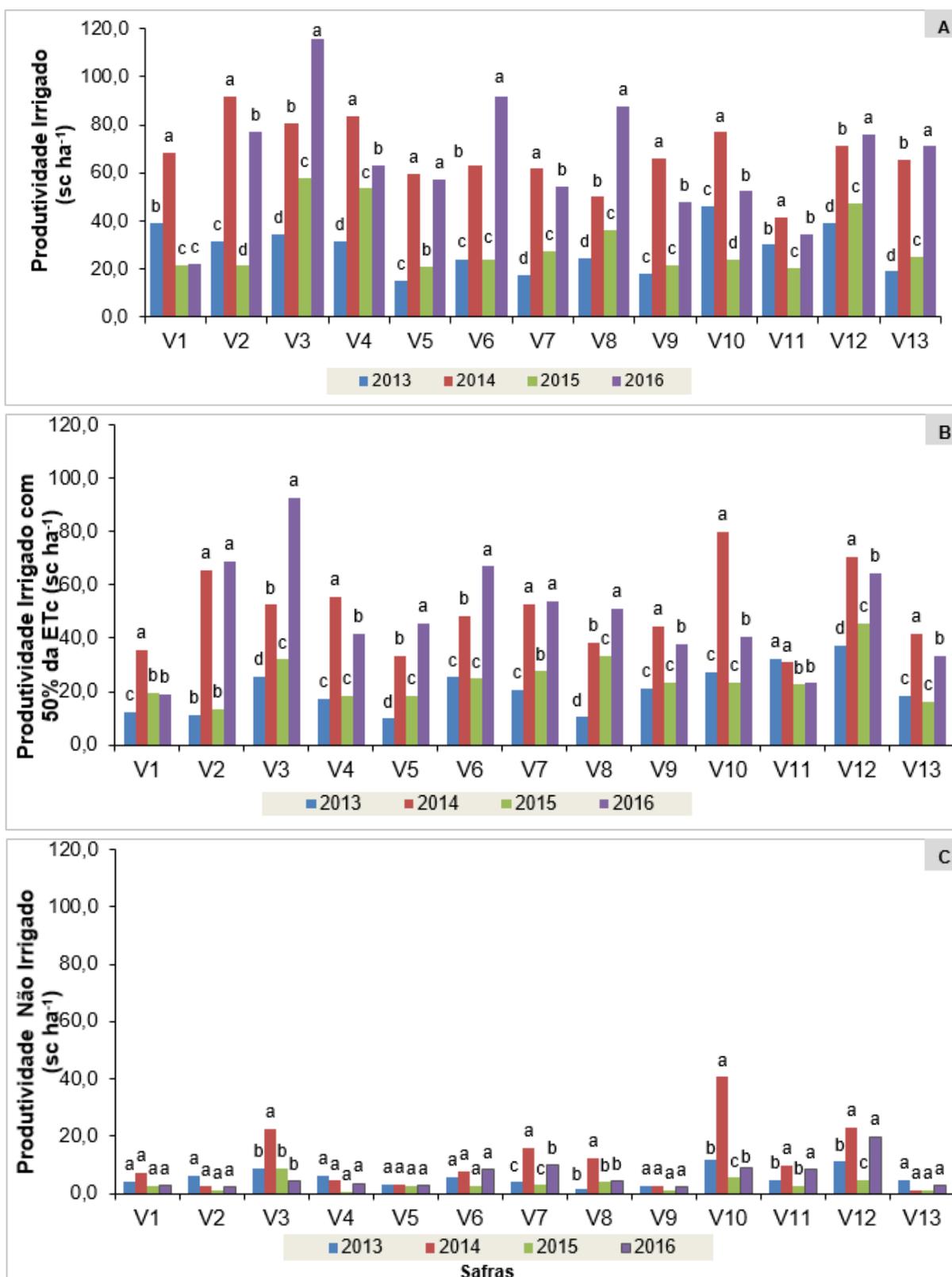


Figura 9- Produtividade (sc ha⁻¹) em função das safras (2013, 2014, 2015 e 2016) para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória, para o manejo irrigado (A), irrigado com 50% da ET_c (B) e sem irrigação (C).

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

A menor produção na safra de 2013, pode ser atribuída à primeira safra da lavoura, visto que, nessa época as plantas estavam com menos de três anos de idade, não expressando seu potencial produtivo, sendo a produtividade mais pronunciada na safra seguinte. Já a baixa produtividade ocorrida no ano de 2015, pode ser atribuída à crise hídrica ocorrida nos últimos anos no estado do Espírito Santo. Juntamente com a atuação da bienalidade.

Segundo Galeano et al. (2016), a crise hídrica que atingiu o Estado entre os anos de 2014 a 2016, com precipitação chegando a ser 50% inferior à média histórica, bem como sua irregularidade na distribuição, atrelada à alta insolação sobre os cultivos, até mesmo os irrigados, influenciaram na época e no número de floradas, no abortamento das flores, no crescimento e pegamento dos frutos, na queda dos frutos, e no enchimento dos grãos, repercutindo em menores produções e um produto final de menor qualidade.

Fica exposto também o efeito da bienalidade. A ocorrência de altas e baixas produções é típica da cafeicultura nacional. Nesse trabalho, fica evidente o pronunciamento da bienalidade do cafeeiro conilon, durante os anos avaliados de experimento, mesmo em condições irrigadas. Dardengo et al. (2018) e Fonseca (2018) também verificaram efeito da bienalidade, sobre o cafeeiro conilon irrigado. Este segundo, ressalta que apesar de a bienalidade ser menos expressiva no cafeeiro conilon, ela ainda está presente. Este fato é comumente atribuído à diminuição das reservas das plantas em anos de safra com altas produtividades, o que faz com que, em virtude do menor crescimento dos ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, menor número de rosetas, afete a produção no ano seguinte. Da mesma forma, Faria e Siqueira (2005); Silva, Teodoro e Melo (2008), também verificaram que a irrigação não reduziu o efeito bienal da produtividade. Segundo Berlato, Farenzena e Fontana (2005), a instabilidade climática influencia acentuadamente a variabilidade da produtividade das culturas.

Essa capacidade das plantas se recuperarem depois de um período, muitas vezes, em condições de estresses abióticos, deve-se à sua alta capacidade de resiliência, o que é de extrema importância para garantir a aclimação e sustentabilidade da cafeicultura, devido aos cenários futuros de mudanças climáticas (MARTINS et al., 2016; RODRIGUES et al., 2016b).

4.3 RENDIMENTO

Na Figura 10, são apresentados os valores de rendimento dos frutos do cafeeiro Conilon Vitória expresso em kg de café da “roça” (CR) por kg de café beneficiado (CB) (KgCR:KgCB), em função dos manejos de irrigação para cada clone (A) e dos clones para cada manejo de irrigação (B), ocorridos na safra de 2013.

Pela Figura 10A, verifica-se que para os clones V1, V2, V4, V9 e V10 não ocorreram diferenças estatísticas para o rendimento, entre os manejos de irrigação. Já os clones V3, V6, V7 e V11, diferiram somente no manejo não irrigado.

Os clones V5, V12 e V13 apresentaram rendimento estatisticamente igual entre o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc que, por sua vez, não diferiu do manejo sem irrigação. Para o clone V8, somente o manejo irrigado apresentou maior valor de rendimento.

Na Figura 10B, verifica-se que não ocorreu diferenças estatísticas entre os clones no manejo irrigado, sendo a média de rendimento de 4,3:1. Vale ressaltar que, segundo Ferrão et al. (2007) a relação entre o café recém-colhido “café da roça” e o café beneficiado, varia entre 3,3:1 a 5,2:1, para o cafeeiro conilon, o que é influenciado pelo seu material genético, e que este índice pode aumentar à medida que se colhem frutos verdes em quantidade. De acordo com os mesmos autores, essa relação de rendimento, para os treze clones do Conilon Vitória é de 3,9:1, ou seja, é necessário 3,9 kg de café recém-colhido, para produzir 1 kg de café beneficiado.

Já para o manejo de 50%, foram formados dois grupos de clones. O primeiro, com maior rendimento foi constituído por V1, V2, V4 e V10 a V13, com média de 4,8:1. O grupo com menor rendimento foi composto pelos demais clones da variedade, com média de 5,8:1.

Analisando-se a resposta dos clones dentro do manejo sem irrigação, nota-se que foram formados três grupos. Com maior rendimento V1, V2, V4, V5 e V8 a V13, com média de 5,8:1. O clone V6 apresentou o pior desempenho, com 10,1:1.

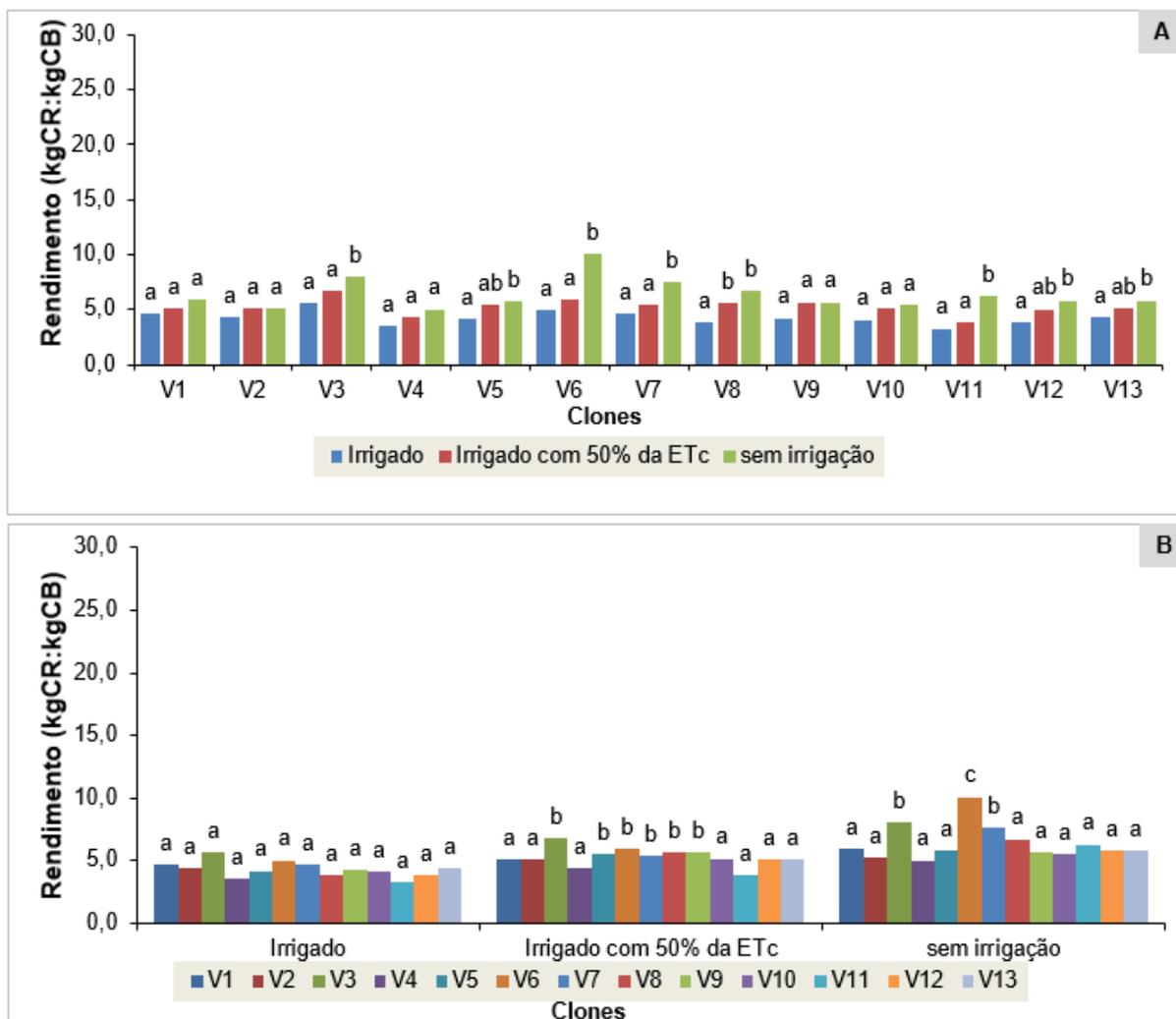


Figura 10- Rendimento (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2013.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Comparando-se o rendimento entre os manejos de irrigação, na safra de 2014 (Figura 11A), observa-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre plantas irrigadas e plantas irrigadas com 50% da ETc. Todavia, quando comparadas as médias de plantas não irrigadas, ocorreram diferenças estatísticas para todos os clones.

Isso demonstra a necessidade de se irrigar, principalmente nos períodos críticos de desenvolvimento dos grãos do cafeeiro em que a água é fundamental para o enchimento dos grãos.

Na Figura 11B, tem-se a comparação do rendimento em função dos treze clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo de irrigação. A média da relação entre o

peso de café da roça/peso de café beneficiado foi de 3,9:1 em plantas irrigadas, não havendo diferença estatística entre os clones.

Quanto às plantas irrigadas com 50% da ETc, também não houve diferenças estatísticas entre os clones. Porém, a média da variedade foi de 4,3:1, ou seja, necessita-se de 4,3 kg de café da roça para se produzir 1 kg de café beneficiado, esse valor está dentro do recomendado para o cafeeiro conilon (FERRÃO et al., 2007).

Avaliando-se a relação entre o peso de café recém-colhido/peso de café beneficiado entre os clones não irrigados, a média da variedade foi de 8,1:1. Verifica-se que ocorreram diferentes comportamentos em relação ao rendimento dentro da variedade, quando recebeu apenas água via precipitação, sendo formados três grupos. Os clones que apresentaram maior rendimento foram V8, V10, V11, V12, e V13, sendo esses menos afetados pela ausência de água via irrigação. Contudo, a média de rendimento para esses clones foi de 6,4:1, ou seja, a cada 1 kg de café beneficiado, foi preciso 6,4 kg de café da roça. O menor rendimento em plantas sem irrigação foi obtido pelos clones V3, V4, V5 e V6, com média de 10,0:1.

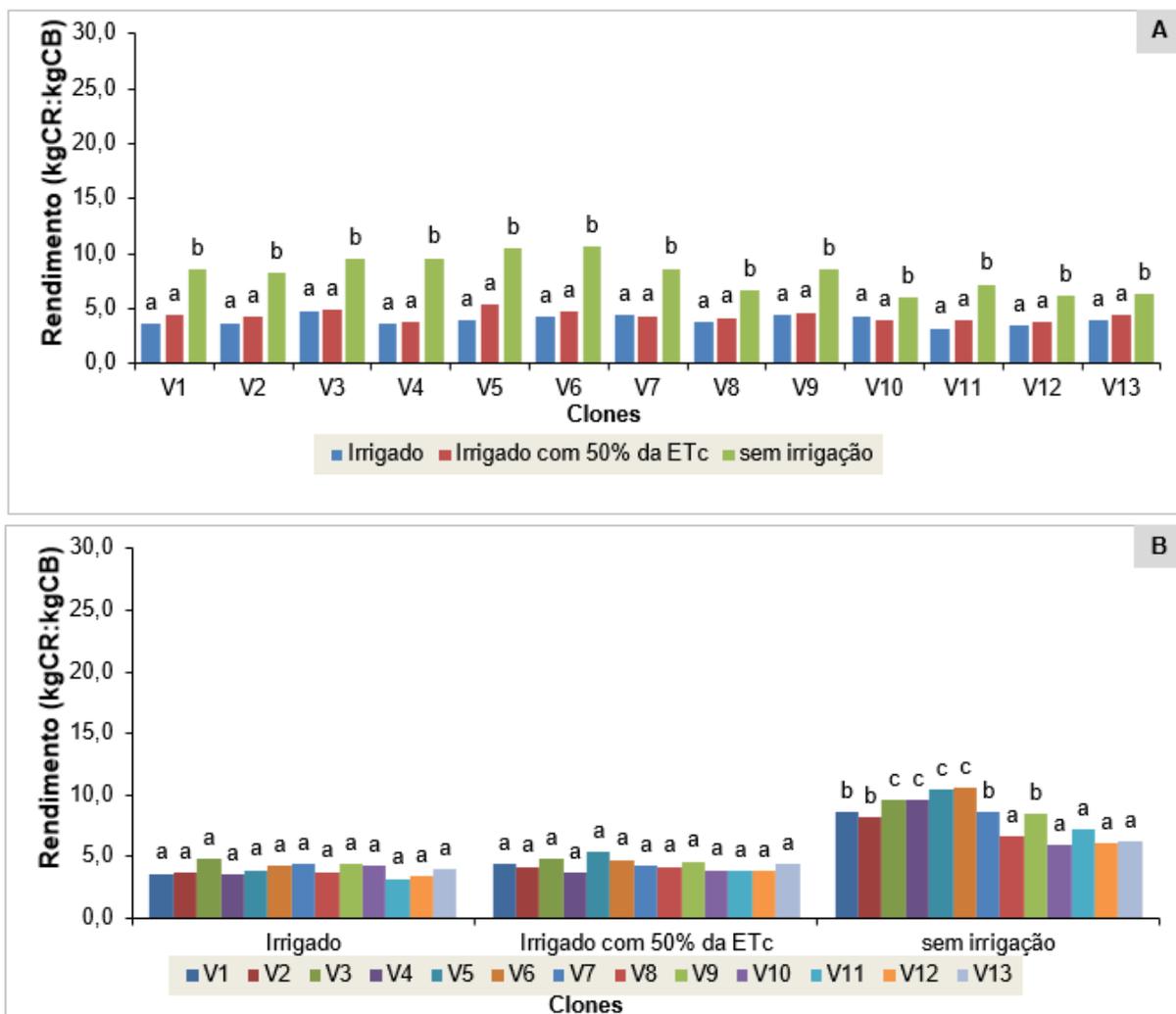


Figura 11- Rendimento (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2014.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 12, é apresentado a relação entre o peso de café da roça/peso de café beneficiado na safra de 2015. Observa-se que não houve diferenças estatísticas entre o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc para a maioria dos clones, exceto V3, V5, V8 e V9, no qual, o primeiro manejo obteve maiores rendimentos. Clones não irrigados apresentaram rendimento inferior (Figura 12A).

Na Figura 12B, verifica-se que para o manejo irrigado, foram formados três grupos de clones, sendo aquele com maior rendimento V1 a V4 e V9 a V13 com média de 4,0:1. O clone V6 apresentou o menor rendimento, 6,5:1.

No manejo de 50% da ETc, foram formados dois grupos, o primeiro pelos clones V1, V2, V4, e V10 a V13 com 4,7:1. O segundo grupo, esse com menor rendimento, foi formado pelos demais clones da variedade, com média de 7,0:1.

No manejo sem irrigação, foram formados seis grupos de clones, sendo V12 e V13, com maior rendimento 10,6:1. O clone V6 apresentou o pior rendimento 26,2:1, ou seja, a cada 1 kg de café beneficiado, foi necessário 26,2kg de café recém-colhido.

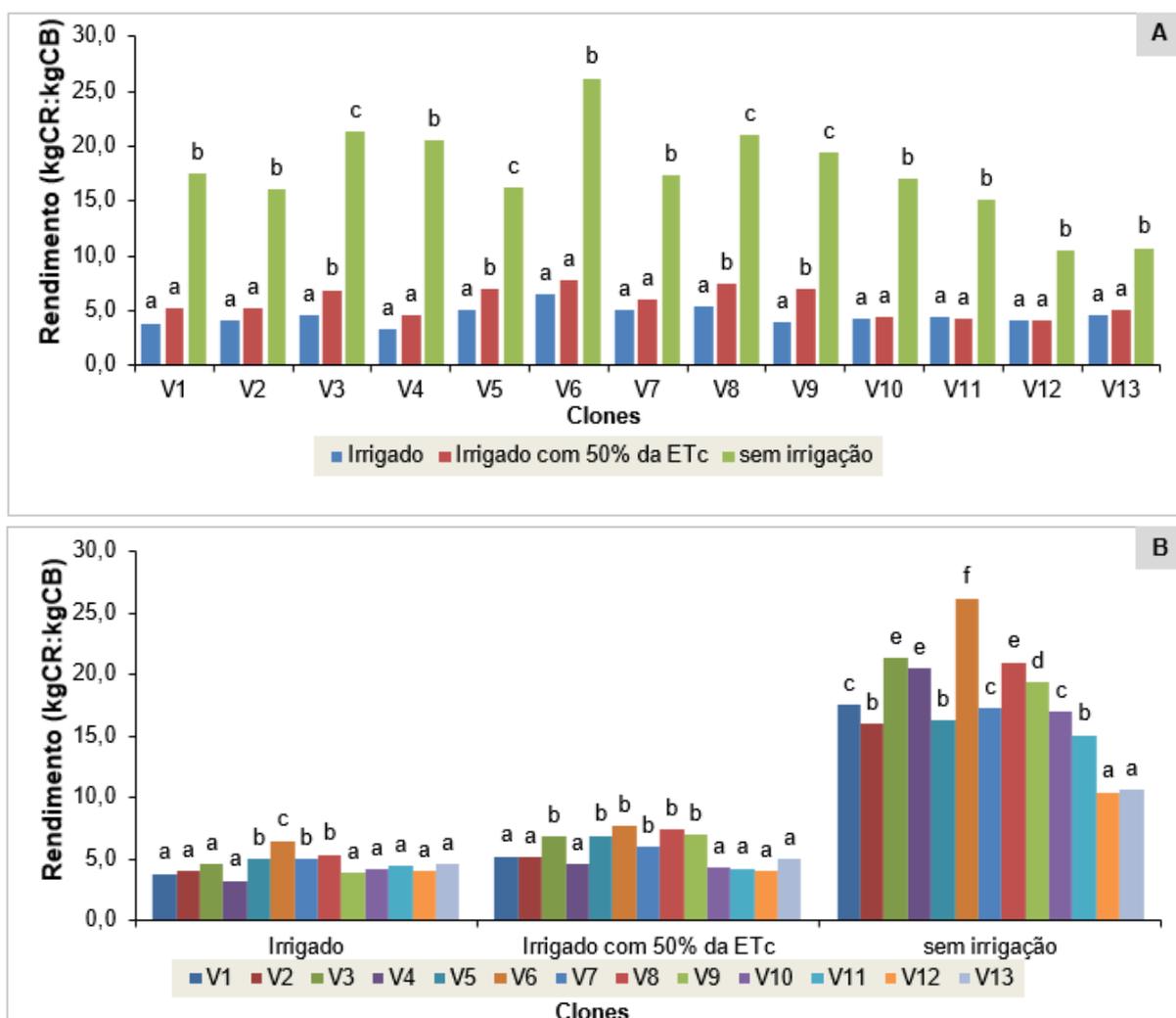


Figura 12- Rendimento (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2015.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na safra de 2016 (Figura 13A), comparando-se a influência do manejo de irrigação para cada clone, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc, para todos os clones. Os clones que

receberam água apenas via precipitação pluviométrica apresentaram rendimento inferior.

Na Figura 13B, verifica-se que não ocorreu diferença estatística entre os clones no manejo irrigado, sendo a média da relação entre o peso de café da roça/peso de café beneficiado de 4,0:1. O mesmo ocorreu para o manejo com 50% da ETc, em que a média de rendimento foi 4,4:1. Já para os clones não irrigados, foram formados oito grupos, com maior rendimento formado pelos clones V11 e V12 com média de 9,0:1. O pior rendimento foi obtido pelo V8, com 24,9:1.

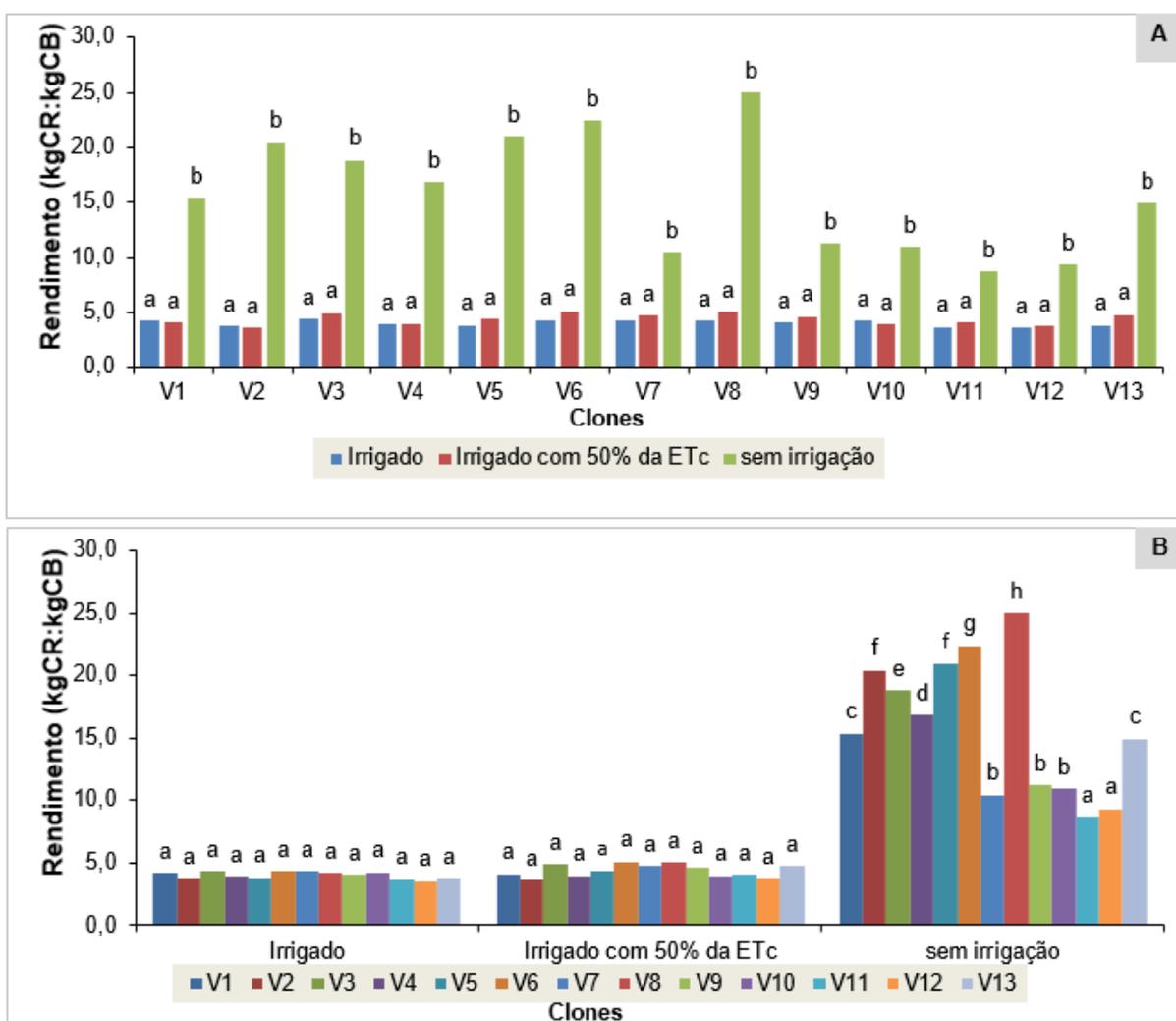


Figura 13- Rendimento (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2016.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Em geral, todos os clones do manejo irrigado, em todas as safras estudadas, apresentaram rendimento dentro do recomendado por Ferrão et al. (2007) para o cafeeiro conilon, sendo as médias da variedade, 4,3, 3,9, 4,5 e 4,0:1, para as safras de 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente. No entanto, em plantas não irrigadas, foi necessário em média 1,5, 2,1, 3,9 e 3,9 vezes a mais de café recém-colhido para produzir 1 kg de café beneficiado para as safras de 2013 a 2016, respectivamente. Segundo Dardengo et al. (2018), o menor rendimento de plantas sequeiro é consequência da inadequada distribuição de chuvas e a falta de suplementação de água por irrigação que contribuem para o chochamento dos grãos, além do maior percentual de grãos mal granados, que se constituem em defeito intrínseco, o que deprecia a qualidade do produto e traduz o baixo rendimento em seu beneficiamento.

Outros autores encontraram valores de rendimento para o cafeeiro conilon irrigado, próximos ao encontrado no presente trabalho, Galote et al. (2013) encontraram uma relação entre o peso de café da roça/peso de café beneficiado de 4,6:1, Dardengo et al. (2018) encontraram o valor de 4,5:1, enquanto que Fonseca (2018) em uma média de duas safras, encontrou melhor rendimento, 3,8:1.

Analisando o desempenho dos clones na média das quatro safras estudadas, os clones V4, V11 e V12, apresentaram o melhor rendimento, com a relação de peso de café da roça/peso de café beneficiado de 3,6; 3,6 e 3,7:1, respectivamente. Os mesmos clones também apresentaram o melhor rendimento para o manejo irrigado com 50% ETc, sendo 4,2; 4,0 e 4,2:1, respectivamente. No manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V12, com média de 7,9:1.

Na análise do rendimento, comparando-se o fator safra para cada clone (Figura 14), observa-se que o comportamento de todos os clones foi semelhante em todas as safras estudadas no manejo irrigado (Figura 14A), não havendo diferenças no rendimento entre os anos, com exceção do V6 e V8, que na safra de 2015 apresentaram rendimento inferior aos outros anos.

Em plantas irrigadas com 50% da ETc (Figura 14B), não ocorreram diferenças estatísticas para o fator safra para os clones V1, V4 e V10 a V13. Já V2, V3 e V7, o pior rendimento foi observado nas safras de 2013 e 2015. Os clones V5, V6, V8 e V9, obtiveram rendimento inferior na safra de 2015.

Para plantas sem irrigação (Figura 14C), em geral os melhores rendimentos dos clones foram obtidos nas safras de 2013 e 2014. Enquanto que os valores inferiores de rendimento foram observados na safra de 2015 e/ou 2016.

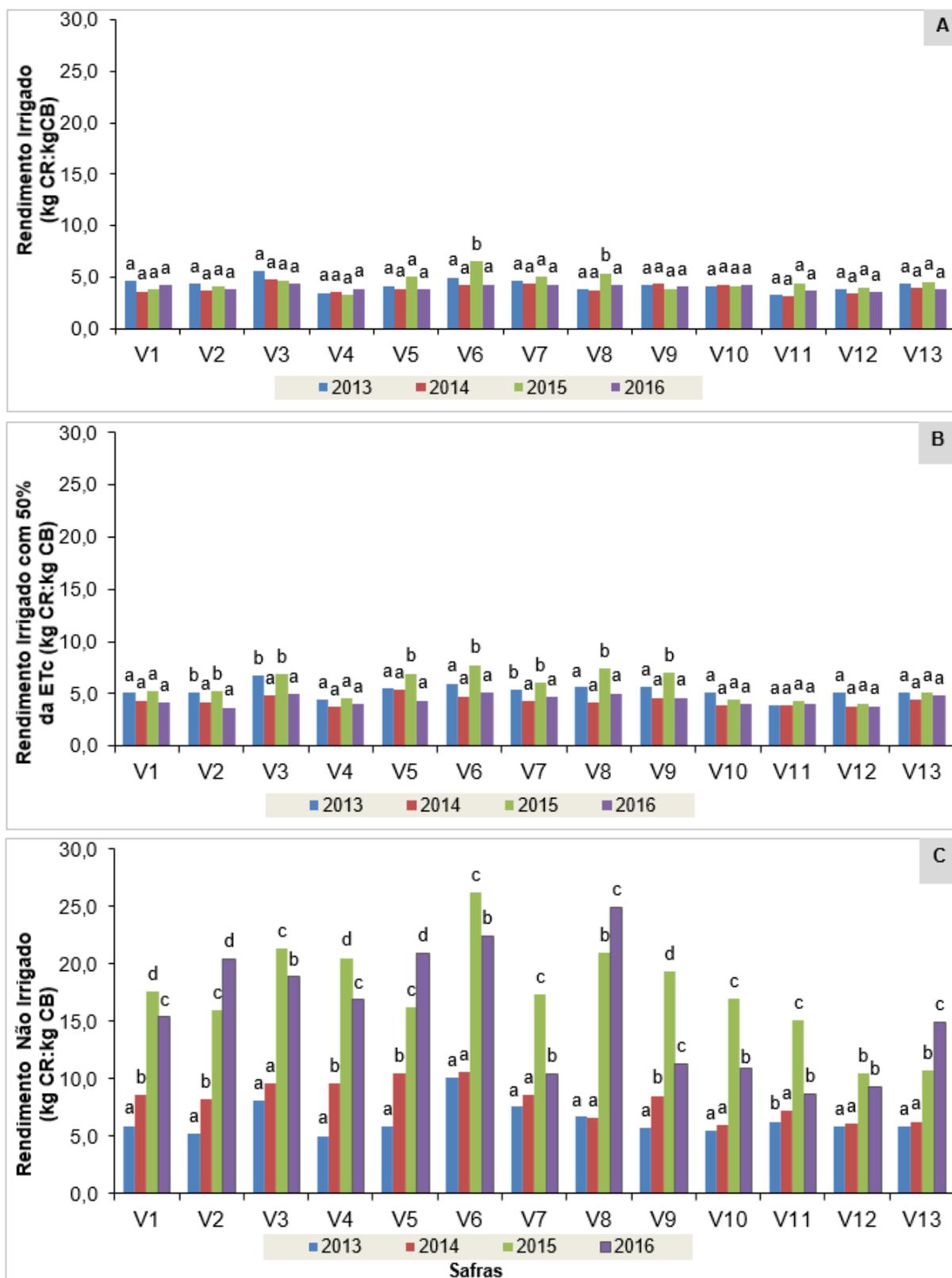


Figura 14- Rendimento em função das safras (2013, 2014, 2015 e 2016) para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória para o manejo irrigado (A), irrigado com 50% da ETc (B) e sem irrigação (C).

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

4.4 CONSUMO DE ÁGUA

A partir da lâmina de irrigação aplicada e a precipitação efetiva em cada fase de desenvolvimento (Figura 15), juntamente com a produtividade, foi obtido o volume de água necessário para produzir um 1 kg de café beneficiado, para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória, por meio da relação CA/CB.

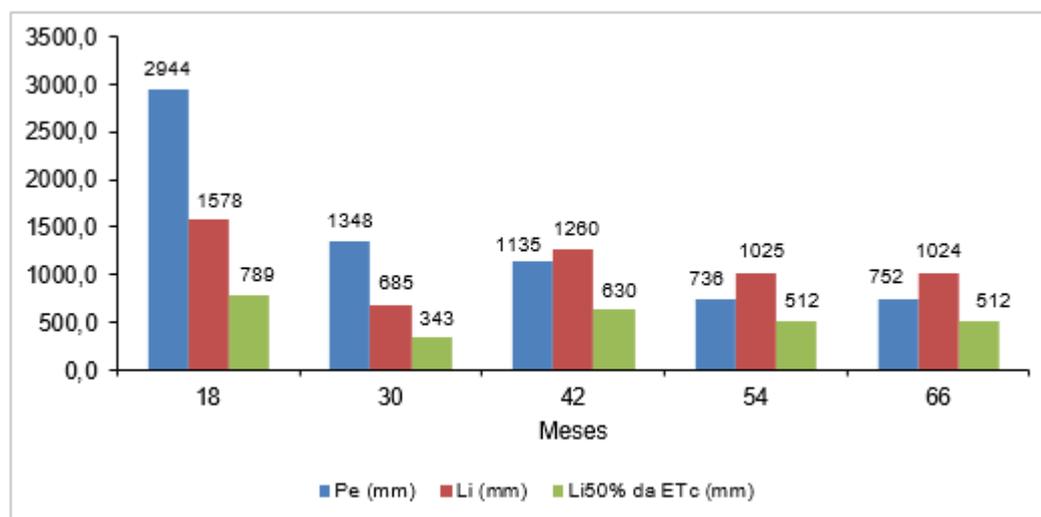


Figura 15- Precipitação efetiva (Pe) e lâminas de irrigação (Li) aplicadas em plantas do cafeeiro Conilon Vitória, nas diferentes fases de desenvolvimento.

Na Figura 16, tem-se a relação CA/CB, para, (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone da variedade Conilon Vitória e (B) em função dos clones da variedade Conilon Vitória para cada manejo de irrigação, na safra de 2013.

Pela Figura 16A, verifica-se que o consumo de água entre o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc foi estatisticamente igual para os clones V3 a V7 e V9 a V13. Para os clones V1, V2 e V8 o manejo irrigado foi o mais eficiente no uso da água, necessitando de um menor volume de água para produção de 1 kg de café beneficiado. Os maiores valores de consumo de água foram observados no manejo não irrigado.

Na Figura 16B, observa-se que o grupo de clones V1 a V4, V6, V8, V10, V11 e V12, foram os mais eficientes, consumindo menores volumes de água/kg de café beneficiado. Já os clones V5, V7, V9 e V13, necessitaram de um maior volume de água.

No manejo de 50% também foram formados dois grupos de clones, sendo V3, V4, V6, V7, V9 a V13 os mais eficientes. O restante dos clones necessitou de um maior volume de água para produção de café beneficiado.

Observa-se, no manejo não irrigado que foram formados seis grupos, o primeiro, com os clones V3, V10 e V12 apresentando menores consumos de água. O V8 apresentou o pior desempenho, consumindo 164,8 m³ de água/kg de café beneficiado.

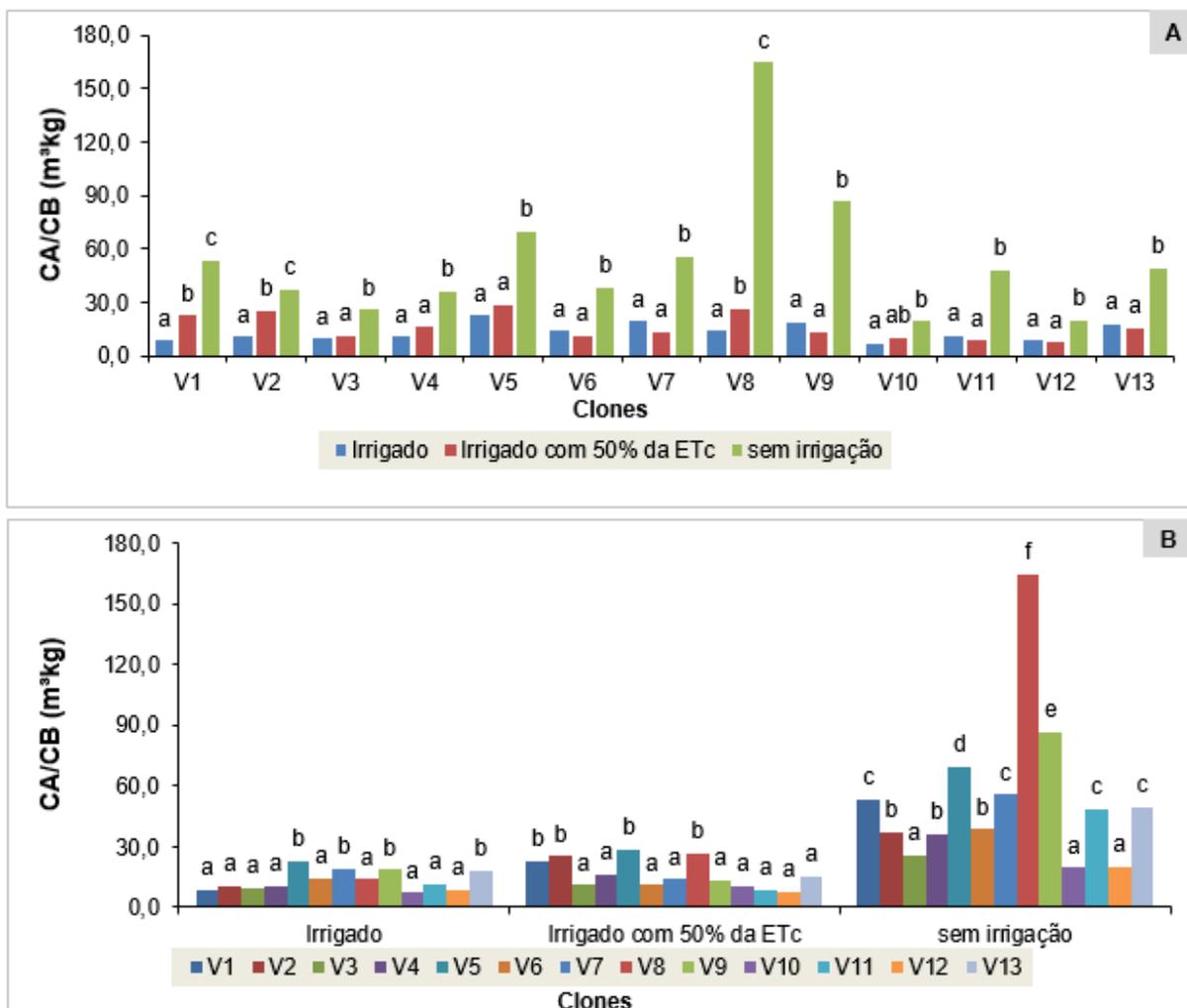


Figura 16- Consumo de água (m³) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2013.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na safra de 2014 (Figura 17A), observa-se que não houve diferenças estatísticas entre o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc, para os clones V1, V2, V4 a V6, V9, V11 e V13, sendo o manejo não irrigado com maiores valores de consumo de água para estes clones. Para os demais clones, não houve diferenças estatísticas entre os três manejos.

Na Figura 17B, verifica-se que em ambos os manejos irrigados, não ocorreram diferenças estatísticas entre os clones, sendo a média de consumo de água da

variedade 6,2 e 6,4 m³ de água/kg de café beneficiado, para o manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc, respectivamente.

Em plantas sem irrigação, foram formados seis grupos, sendo os clones V3, V7, V8, V10 e V12 os mais eficientes no uso da água. Já o clone V13 foi o menos eficiente, 171,7 m³ de água/kg de café beneficiado.

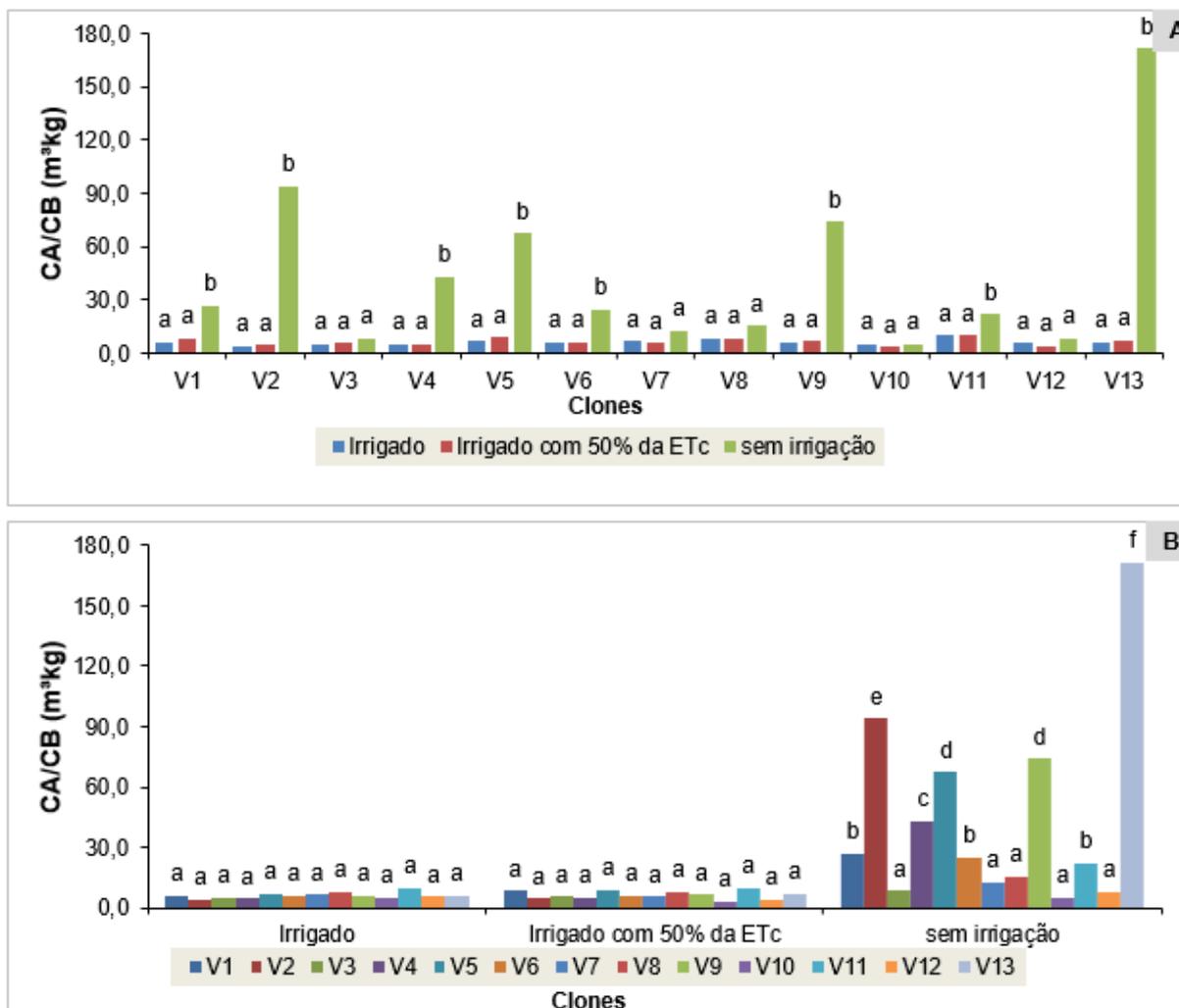


Figura 17- Consumo de água (m³) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2014.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

No consumo de água na safra de 2015 (Figura 18A), observa-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre os manejos para plantas irrigadas e irrigadas com 50% da ETc, para todos os clones da variedade. Para o clone V3, o consumo de água foi igual em todos os manejos. Para os demais, o manejo não irrigado obteve maiores valores na relação CA/CB. Devido à baixa precipitação ocorrida na safra de

2015 (Figura 2), ocasionou baixa produtividade da lavoura não irrigada (Figura 7), repercutindo em uma baixa eficiência do uso da água para plantas não irrigadas.

Pela Figura 18B, verifica-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre os clones, tanto para o manejo irrigado, quanto para o manejo irrigado com 50% da ETC com consumo médio de 10,9 e 9,4 m³ de água kg de café beneficiado, respectivamente. O clone V3 foi o mais eficiente no uso da água, quando recebeu apenas precipitação, com 13,9 m³ de água/kg de café beneficiado. Enquanto que o menos eficiente foi o V4 com 173,5 m³.

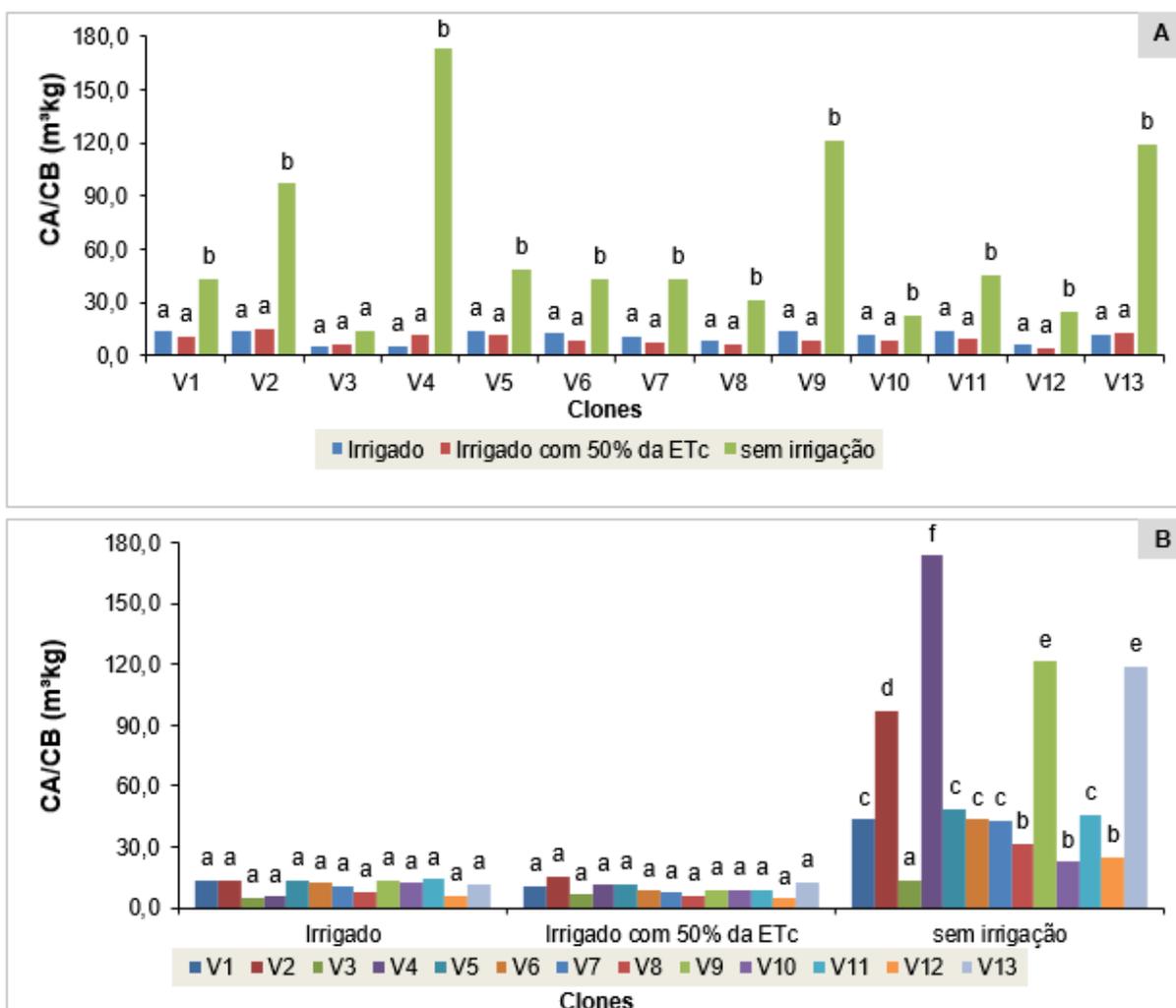


Figura 18- Consumo de água (m³) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETC e sem irrigação), na safra de 2015.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 19A, tem-se o consumo de água na safra de 2016. Nota-se que para os clones V7, V10 a V12, não ocorreram diferenças estatísticas entre os três manejos estudados. Para o restante da variedade, o manejo não irrigado foi o menos eficiente, com maior consumo de água para produzir 1 kg de café beneficiado.

Comparando-se os clones, na Figura 19B, verifica-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre os clones tanto para o manejo irrigado, quanto para o manejo irrigado com 50% da ETc, com consumo médio de 5,4 e 4,5 m³ de água/kg de café beneficiado, respectivamente. No manejo não irrigado, foram formados cinco grupos de clones, sendo o primeiro V6, V7 e V10 a V12, consumindo menor volume de água. V2 e V9 foram os menos eficientes em condição não irrigada.

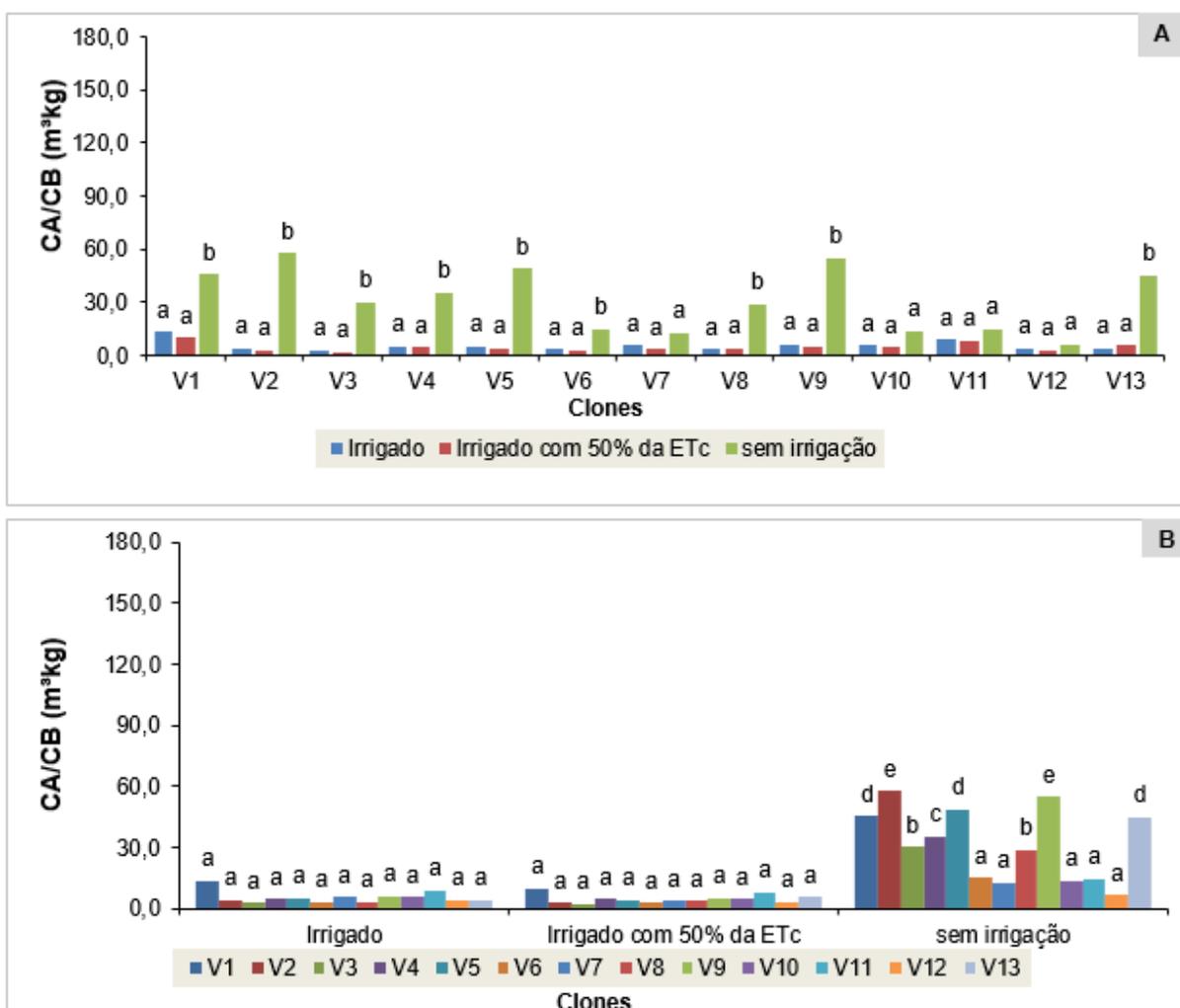


Figura 19- Consumo de água (m³) (A) em função dos manejos de irrigação para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória e (B) em função dos clones do cafeeiro Conilon Vitória para cada manejo (irrigado, irrigado com 50% da ETc e sem irrigação), na safra de 2016.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e Scott-Knott (B) em nível de 5% de probabilidade.

Dardengo et al. (2018), trabalhando com o cafeeiro conilon Robusta Tropical, irrigado e em sequeiro, verificaram que a relação entre consumo de água e café beneficiado (CA/CB) em uma média de quatro safras, foi de 8,8 m³ de água/kg de café beneficiado, valor próximo ao encontrado no presente estudo, que foi de 9,8 m³ de água/kg. Já no cafeeiro cultivado em sequeiro, o valor médio das safras foi de 30,3 m³ de água/kg de café beneficiado, enquanto que pra variedade em estudo, a média foi cerca de duas vezes maior. Essa diferença é atribuída à baixa produtividade obtida no cafeeiro Conilon Vitória, observada nas safras de 2013 a 2016, devido à escassez hídrica ocorrida nos últimos anos no estado do Espírito Santo.

Ajustando os dados da pesquisa realizada por Oliveira (2014), o consumo médio de duas safras do Conilon Vitória, utilizando o manejo via clima, com ETo estimado pelo método de Pnman Monteith FAO 56 (Allen, 1998), foi de 5,93 m³ de água/kg de café beneficiado para o cafeeiro irrigado com 100% da ETo, enquanto que para plantas irrigadas com 40% da ETo, o consumo de água médio dos clones, nas duas safras avaliadas foi de 7,05 m³ de água/kg de café beneficiado. Em outro trabalho, ajustando-se os resultados da pesquisa realizada por Bonomo et al. (2010), o consumo médio de água de clones de café conilon em fase produtiva, pelo manejo de irrigação do balanço hídrico do solo, foi de 6,58 m³ de água/kg de café beneficiado.

Neste trabalho, chama a atenção, o consumo de água para plantas irrigadas com 50% da ETc, de 9,9 m³ de água/kg, valor próximo à média de plantas irrigadas. Vicente et al. (2015), verificaram que a lâmina de irrigação de 75% proporcionou maior eficiência no uso da água para o cafeeiro arábica. Além disso, os autores inferem que para a região de Barreiras, na Bahia, onde seu trabalho foi realizado, pode-se adotar a lâmina de 80%, visando obter maior eficiência do uso da água, em locais onde a disponibilidade de água para a irrigação for menor.

Pode-se afirmar então, no presente trabalho, que para locais onde não há total disponibilidade de água para irrigação do cafeeiro conilon, e com condições climáticas parecidas com o local de realização deste trabalho, é válido adotar a irrigação com 50% da ETc, visto que, mesmo com menores produtividades, os clones do cafeeiro conilon Vitória irrigado com 50% da ETc, em geral, apresentaram valores de eficiência do uso da água próximos ou iguais aos clones irrigados com 100% da ETc.

Na Figura 19, tem-se a relação entre o consumo de água/kg de café beneficiado, em função das safras, para cada clone, em cada manejo de irrigação. Na Figura 19A, para o manejo irrigado, nota-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre as

safras para os clones V1, V3, V4, V8 e V10 a V12. Para os clones V2, V6, V9 e V13 o melhor desempenho foi obtido nas safras de 2014 e 2016. Já o V5 e V7 tiveram maior consumo de água na safra de 2013.

Em condições de irrigação com 50% da ETc (Figura 20B), não houve diferenças estatísticas entre as safras para os clones V3, V6, V7 e V9 a V12. Para os clones V4 e V13 o melhor desempenho foi obtido nas safras de 2014 e 2016. Já V1, V2, V5 e V8 tiveram maior consumo de água na safra de 2013.

No cafeeiro não irrigado, têm-se diferentes comportamentos dos clones em cada safra. Em geral, os menores valores de consumo de água foram obtidos na safra de 2014 e/ou 2016. Na safra de 2013, apenas os clones V2, V4 e V13, obtiveram melhor desempenho. Já na safra de 2015, somente V3 e V5, apresentaram menores valores de consumo de água.

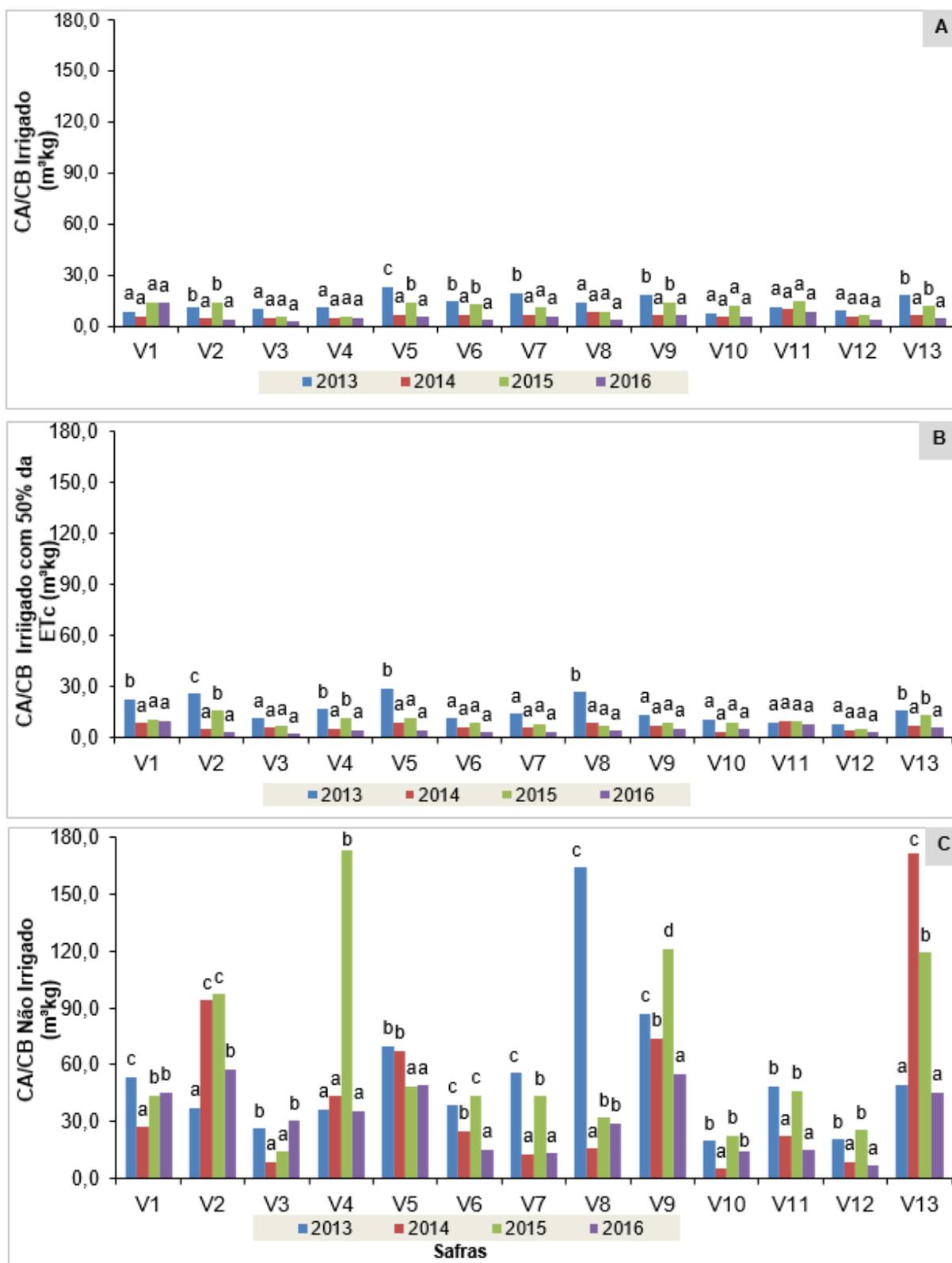


Figura 20- Consumo de água (m³) em função das safras (2013, 2014, 2015 e 2016) para cada clone do cafeeiro Conilon Vitória para o manejo irrigado (A), irrigado com 50% da ETc (B) e sem irrigação (C).

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 21, tem-se o consumo de água por planta, do cafeeiro Conilon Vitória para os diferentes manejos e safras e na fase de formação da lavoura. Observa-se que o consumo médio de plantas irrigadas foi superior ao de plantas não irrigadas. Esses resultados corroboram com os encontrados por Dardengo et al. (2018), em que o cafeeiro Robusta tropical irrigado consumiu mais água em relação ao de sequeiro, 7,9 e 5,0 m³ de água, respectivamente.

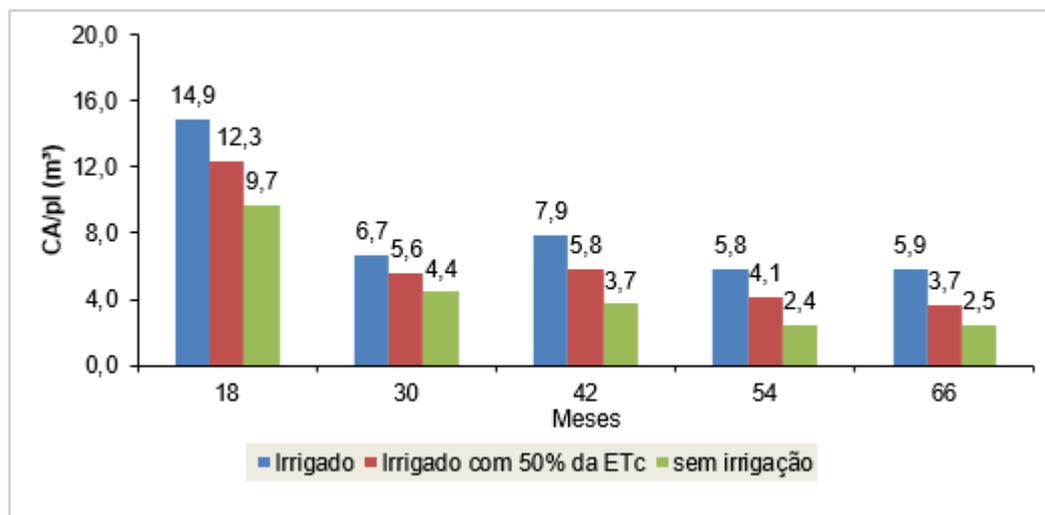


Figura 21- Consumo de água por planta (CA/pl) para o cafeeiro Conilon Vitória sob manejo irrigado, irrigado com 50% da ETC e sem irrigação, nas safras 2013, 2014, 2015 e 2016.

Desse modo, segundo Dardengo et al. (2018), entende-se que o consumo de água pelo cafeeiro conilon está relacionado com a fase do ciclo fenológico, a idade das plantas, o espaçamento, a precipitação incidente, a produção e do manejo de irrigação.

5 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições nas quais o experimento foi conduzido, pôde-se concluir que:

1. A produtividade média de plantas irrigadas foi cerca de 5; 5,7; 10 e 10,5 vezes a mais que a de plantas sem irrigação, nas safras de 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente;
2. A produtividade média de plantas irrigadas com 50% da ETc foi cerca de 3,6; 4,3; 7,9 e 7,9 vezes a mais que a de plantas sem irrigação, nas safras de 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente;
3. O clone V3 apresentou, na média das quatro safras, o maior valor de produtividade para o manejo irrigado e irrigado com 50% ETc. Enquanto que para o manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V10;
4. As plantas sob manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc apresentaram melhor desempenho nas safras de 2014 e 2016;
5. A irrigação influenciou positivamente no rendimento do cafeeiro. O rendimento entre plantas irrigadas e irrigadas com 50% da ETc não diferiu. Já plantas sem irrigação apresentaram menor rendimento;
6. Os clones V4, V11 e V12, apresentaram na média das quatro safras, o melhor rendimento para o manejo irrigado e irrigado com 50% ETc. Enquanto que para o manejo sem irrigação, o melhor desempenho foi obtido pelo clone V12;
7. O manejo irrigado e irrigado com 50% da ETc resultou em maior consumo de água por planta e menor consumo por quilo de café beneficiado.

6 REFERÊNCIAS

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

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; SOUZA, P. S. Sensitivity of newly transplanted coffee plants to climatic conditions at altitudes of Minas Gerais, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**. Queensland, v. 9, n. 2, p. 160-167, 2015.

ARAUJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAIS, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZARIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 115-124, abr./ jun. 2011.

BERLATO, M. A; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Nino Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: p. 423-432. 2005.

BONOMO, D. Z. Efeito de diferentes lâminas de irrigação em genótipos de cafeeiro conilon. Ano de obtenção: 2013. 57p. **Dissertação** (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus- ES. 2013.

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, J. M.; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 157-169, 2013.

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PIRES, F. R. Alternativas de manejo de água de irrigação em cultivos de café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. **Anais...** Vitória: SEBEA, 2010. 1 CD-ROM.

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.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M. '**Emcapa 8111**', '**Emcapa 8121**', '**Emcapa 8131**': Primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 1993. 2p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).

BUSATO, C.; REIS E. F.; MARTINS C. C.; PEZZOPANE, J. E. M. Lâminas de irrigação aplicadas ao café Conilon na fase inicial de desenvolvimento. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 54, n. 314, p. 351-357, 2007.

CAMARGO, M. B. P. de. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 239-247, 2010.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

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

CAMARGO, A. P. Florescimento e frutificação de café arábicas em diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985.

CARVALHO, HUDSON DE PAULA. Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura de café. 2008. **Tese** (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2019, primeira estimativa, jan/2019**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em: jan. 2019.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Café. Brasília: CONAB, v. 4, n.1, 2017. 98p.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; GONTIJO, I.; ZUCOLOTO, M. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.11, p.1006-1016, 2015.

CULLEN, P. The journey to sustainable irrigation. In: **Irrigation association of australia annual conference**, 2004, Adelaide. Proceedings... Sydney: Irrigation Association of Australia, 2004.

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

DARDENGO, M. C. J. D.; PEREIRA, L. R.; SOUSA, E. F.; REIS, E. F. Yield, quality and water consumption of conilon coffee under irrigated and dryland managements. **Coffee Science**, Lavras, v.13, n. 3, p. 272-282, 2018.

DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 2, p.1-14, 2009

DINAR, A. Economic factors and opportunities as determinants of water use efficiency in agriculture. **Irrigation Science**, Heidelberg, v. 14, p. 47-52, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.

FARIA, R. T. de; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. **Bragantia**, v. 64, p. 583- 590, 2005.

FERNANDES, A. L. T.; MENGUAL, R. E. C. G.; MELO, G. L.; ASSIS, L. C. Estimation of reference evapotranspiration for coffee irrigation management in a productive region of Minas Gerais cerrado. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 426-438, 2018.

FERRÃO, R. G.; VOLPI, P. S.; FERRÃO, M. A. G. VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, L. M. V.; FERRÃO, L. F. V. Melhoramento genético para obtenção da cultivar Marilândia ES 8143, variedade clonal de café conilon tolerante a seca. **Multi-Science Research**, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2018.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER. L. H (Eds). **Café conilon**. 2. ed. atualizada e revisada. Vitória, ES: Incaper, 2017. 784 p.

FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. DA, FERRÃO, M. A. G. VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. et al. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4. Ed. Vitória, ES, Incaper, 2012. 74p. (Incaper: Circular Técnica, 03-I).

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds). **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 702p. 2007.

FONSECA, A. S. Mapeamento do estado nutricional, produtividade e qualidade de bebida do café conilon. 2018. 121f. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2018.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. O café Conilon. In: FONSECA, A. F. A; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. **Café Conilon: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 9-28, 2015.

FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. **Conilon Vitória – Incaper 8142: variedade clonal de café Conilon**. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural – Incaper. Vitória-ES, 2004. 24 p. (Incaper, Documento, 127).

FRACASSO, A.; TRINDADE, L.; AMADUCCI, S. Drought tolerance strategies highlighted by two Sorghum bicolor races in a dry-down experiment. **Journal of Plant Physiology**, v.190, p.1-14, 2016.

GALEANO, E. A. V.; TAQUES, R. C.; MASO, L. J.; COSTA, A. F. S.; FERRÃO, R. G. Estimativa de perdas na produção agrícola capixaba em 2015. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 6, n. 4, p. 26-41, 2016.

GALOTE, J. K. B.; NETO, A. J. M.; MENDES, D. F.; DARDENGO, M. C. J. D. Índices de qualidade e bebida dos frutos do conilon robusta Tropical por via seca. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 9, n.17, p. 1647-1653, 2013.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no Sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.564-570, 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

HARGREAVES, G. H.; ALLEN, R. G. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.129, n.1, p. 53-63, 2003.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, n. 2, p. 96-99, 1985.

ICO - INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Total production by all exporting countries**. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Acompanhamento semanal de preços recebidos pelos produtores em 2015**. Vitória, ES: Incaper, 2016. Disponível em:< <https://www3.incaper.es.gov.br/mercado-agropecuário/sispreco.php>> Acesso em: fev. 2017.

KARATAS B. S.; AKKUZU E.; UNAL H. B.; ASIK S.; AVCI M. Using Satellite remote sensing to assess irrigation performance in water user Associations in the Lower Gediz Basin, Turkey. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 982-990, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 531p, 2006.

LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p. 1832-1842, 2008.

Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA. Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – GCEA Vitoria, ES: IBGE-GCEA-LSPA, dez. 2015. Relatório de pesquisa.

MARTINS, M. Q.; RODRIGUES, W. P. FORTUNATO, A. S.; LEITÃO, A. E.; RODRIGUES, A.P.; PAIS, I. P.; MARTINS, L. D.; SILVA, M. J.; REBOREDO, F. H.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Protective Response Mechanisms to Heat Stress in Interaction with High [CO₂] Conditions in *Coffea* spp. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-18, 2016.

MARTINS, E.; APARECIDO, L. E. O.; SANTOS, L. P. S.; MENDONÇA, J. M. A.; SOUZA, P. S. Influência das condições climáticas na produtividade e qualidade do cafeeiro produzido na região do sul de minas gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 499-506, 2015.

MEIRELES, E. J. L.; CAMARGO, M. B. P.; PEZZOPANE, J. R. M.; THOMAZIELLO, R. A.; FAHL, J. I.; BARDIN, L.; SANTOS, J. C. F.; JAPIASSÚ, L. B.; GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, R. A. Fenologia do cafeeiro: condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004-2005. Brasília: Embrapa Café; MAPA, 2009. 130 p. (Documento, 5).

OLIVEIRA, E. M. Produtividade dos treze clones do cafeeiro conilon Vitória submetido a diferentes lâminas de irrigação. Ano de obtenção: 2014. 105p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG. 2014.

ORTEGA-FARIAS, S.; IRMAK, S.; CUENCA R. H. Special issue on evapotranspiration measurement and modeling. **Irrigation Science**, New York, v.28, n.1, p.1-3, 2009.

PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 8, p.108-116, 2013.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 341-348, 2010.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. (Eds). **Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo- 5ª Aproximação**. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO,305p. 2007.

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

ROCHA NETO, O. C.; TEXEIRA, A. S. S.; BRAGA, A. P. S.; SANTOS, C. C.; LEÃO, R. A. O. Application of artificial neural networks as an alternative to volumetric water balance in drip irrigation management in watermelon crop. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 2, p.266-279, 2015.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; SILVA, N. K. C.; RIBEIRO, W. R.; REIS, E. F.; Crescimento inicial do cafeeiro conilon sob déficit hídrico no solo. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 33-38, 2016a.

RODRIGUES, W.P.; MARTINS, M.Q.; FORTUNATO, A.S.; RODRIGUES, A.P.; SEMEDO, J.N.; SIMÕES-COSTA, M.C.; PAIS, I.P.; LEITÃO, A.E.; COLWELL, F.;

GOULAO, L.; MÁGUAS, C.; MAIA, R.; PARTELLI, F.L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A.I.; LIDON, F.C.; DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.C. Long-term elevated air [CO²] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. **Global Change Biology**, v. 22, p. 415-431, 2016b.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F.; GARCIA, G. O. Disponibilidade hídrica no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. **Coffee Science**, Lavras, v.10, n.1, p.46-55, 2015.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F.; RIBEIRO, R. W. Diferentes intervalos de irrigação no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, variedade robusta tropical. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.16, p.742-751, 2013.

RODRIGUES, S.; FERRERIA FILHO, G. S.; ALMEIDA, W. A.; CAMPOS NETO, A. F. Desenvolvimento do café arábica (*coffea arabica*) submetido a diferentes lâminas de irrigação, nas condições do estado de Rondônia. **Global Science and Technology**, v. 03, n. 01, p. 44-49, 2010.

SANDRI, D; MATSURA EE; TESTEZLAF R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 17-29, 2007.

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

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M.; SILVA, V. F.; FERRÃO, M. A. G.; DAMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. W. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n. 5, p. 457-464, 2010.

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

SILVA, A. M. da; LIMA, E. P.; COELHO, G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época, parcelamento e do método de adubação do cafeeiro catuai. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.434-40, 2003.

TAQUES, R.C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G et al., (Eds.). **Café conilon**. 2. ed. atualizada e revisada. Vitória, ES: Incaper, p. 69-79, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848p.

TAVARES, T. O.; COSTA, W. C. A.; LEITE, P. J. S. Influência das condições climáticas ocorridas na safra 2013/14 e no desenvolvimento do cafeeiro. **Circular Técnica**, 10. Instituto de ciências da saúde, agrárias e humanas (ISAH) - Araxá - MG, Maio de 2014.

TESFAYE, S. G.; ISMAIL, M. R.; RAMIAN, M. F.; MARZIAH, M.; KAUSAR, H.; HAKIM, M. A. Effect of water deficiency on growth and dry matter yield of selected in Robusta coffee (*Coffea Canephora*) clones in Malaysia. **Journal of Environmental Biology**, v. 36, n. 5, p.1239-1245, 2015.

VICENTE, M.; FERNANDES, A. L. T.; MANTOVANI, E. C.; DELAZANI, F. Efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de desenvolvimento e produção do cafeeiro irrigado por pivô central. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 528-543, 2015.