

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE
DE CAFEEIROS (*Coffea arabica*) IRRIGADOS EM CERES -
GOIÁS

Autora: Eloisa Aparecida da Silva Ávila
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

CERES - GO
Junho - 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE
DE CAFEEIROS (*Coffea arabica*) IRRIGADOS EM CERES -
GOIÁS

Autora: Eloisa Aparecida da Silva Ávila
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração em Irrigação.

Ceres - GO
Junho – 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Á 958t ÁVILA, ELOISA APARECIDA DA SILVA
 TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE
 CAFEEIROS (Coffea arabica) IRRIGADOS EM CERES -
 GOIÁS / ELOISA APARECIDA DA SILVA ÁVILA;orientador
 Cleiton Mateus Sousa. -- Ceres, 2019.
 106 p.

 Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) --
 Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

 1. Cultivo de café. 2. Produção. 3. Cerrado. 4.
 Fotossíntese. I. Sousa, Cleiton Mateus , orient. II.
 Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE
CAFEIROS (*Coffea arabica*) IRRIGADOS EM CERES - GOIÁS

Autora: Eloisa Aparecida da Silva Ávila
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
em Irrigação

APROVADA em 13 de junho de 2019.



Prof. Dr. Wellington Pereira

Avaliador externo

EMBRAPA



Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo

Avaliador interno

IF Goiano – Campus Ceres



Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

Orientador

IF Goiano – Campus Ceres

DEDICO

A Deus, primeiramente, que me deu força e capacidade de resiliência, em todos os instantes. À toda minha família, pelo apoio, compreensão e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ser minha fortaleza, sempre.

Ao meu esposo, Milton Pereira de Ávila e meus filhos, Milton Pereira de Ávila Júnior e Bianca Silva Ávila, pelo carinho, amor, apoio e paciência. Aos meus familiares, por permanecerem ao meu lado, em todos os instantes, me apoiando e incentivando.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, que proporcionou todo o suporte para a realização do experimento. Ao meu orientador professor Dr. Cleiton Mateus Sousa, que sempre acreditou em meu potencial e proporcionou todo suporte necessário para a conclusão deste projeto. Aos professores do Programa de Mestrado em Irrigação no Cerrado, pela experiência compartilhada e os ensinamentos, fundamentais na minha formação profissional.

Ao Dr. Welington Pereira, pela parceria, suporte e ajuda, sempre que solicitado. Aos servidores e terceirizados que colaboraram e ajudaram na execução de inúmeras tarefas. Ao Sr. Elias Carolino de Oliveira Sobrinho, Marcelo José de Almeida, Ângelo Adão de Lima, Vitória Christian Muraoka Cordeiro, pelo auxílio em muitas atividades, sem os quais, eu não teria conseguido. Aos alunos Vinícius Gonçalves Almeida e Jefferson Kran Sarti, pela ajuda nas atividades do experimento.

À minha amiga, professora Dra. Mônica Lau da Silva Marques, por incentivar uma matemática no mundo das Ciências Agrárias. A todos os meus colegas de curso, pelo incentivo e amizade.

A todos que contribuíram para a realização desta dissertação, seja de forma direta ou indiretamente, deixo registrado aqui, meu reconhecimento e minha gratidão.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Eloisa Aparecida da Silva Ávila, nasceu em 19 de abril de 1978, em Rubiataba – Goiás. Possui graduação em Licenciatura em Matemática, pela Universidade Federal de Goiás (2000) e especialização em Docência do Ensino Superior, pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2001). Atualmente, atua como professora efetiva da disciplina de Matemática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Uruaçu.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	21
1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1. Origem e dispersão geográfica da produção de café	25
2.2 Características da planta e hábitos de crescimento.....	27
2.3 A tecnologia na melhoria da ecofisiologia do cafeeiro	30
2.4 Manejo hídrico na cafeicultura	32
2.5 Fotoperíodo e qualidade de luz.....	35
2.6 Temperatura e umidade relativa do ar	37
2.7 Manejo nutricional na cafeicultura industrial.....	39
OBJETIVO	42
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
4 CAPÍTULO I - TROCAS GASOSAS EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE CAFEEIROS (<i>Coffea arabica</i>) IRRIGADOS EM CERES – GOIÁS.	51
RESUMO.....	51

ABSTRACT	53
4.1 INTRODUÇÃO	54
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	56
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.4 CONCLUSÕES.....	75
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
5 CAPÍTULO II – CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS (<i>Coffea arabica</i>) IRRIGADOS, EM CERES - GOIÁS.....	81
RESUMO.....	81
ABSTRACT	83
5.1 INTRODUÇÃO	84
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	85
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
5.4 CONCLUSÕES.....	100
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
6. CONCLUSÃO GERAL	104
7. APÊNDICE	105

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I – Trocas gasosas em diferentes fases fenológicas de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres – Goiás.

Tabela 01- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 9 e 10 h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.....64

Tabela 02- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 12 e 13h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.....69

Tabela 03- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 15 e 16h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.....72

CAPÍTULO II – Crescimento e Produtividade de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados, em Ceres - Goiás

Tabela 01 – Diâmetro do ramo ortotrópico (D), Diâmetro de copa (Dcopa), Altura de planta (Alt), Número de nós do ramo ortotrópico (NROrt), Número de nós do ramo

plagiotrópico 1 (NRP1), Comprimento do ramo plagiotrópico 1(CRP1), Número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), Comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CRP2), Comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (CTRP), Número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (NNTRP), avaliados em genótipos de <i>Coffea arabica</i> , aos 30 meses de idade.....	95
Tabela 02 – Diâmetro do ramo ortotrópico (D), Diâmetro de copa (Dcopa), Altura de planta (Alt), Número de nós do ramo ortotrópico (NRort), Número de nós do ramo plagiotrópico 1 (NRP1), Comprimento do ramo plagiotrópico 1(CRP1), Número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), Comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CRP2), Comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (CTRP), Número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (NNTRP), avaliados em genótipos de <i>Coffea arabica</i> , aos 36 meses de idade.....	96
Tabela 03- Correlação simples há entre as variáveis analisadas, produtividade em sacas de café beneficiado, por hectare ($sc.ha^{-1}$), diâmetro do ramo ortotrópico (D), diâmetro de copa (Dcopa), altura de planta (Alt), número de nós do ramo ortotrópico (NRort), número de nós do ramo plagiotrópico 1 (NRP1), comprimento do ramo plagiotrópicos 1 (CPR1), número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CPR2), comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (CTRP), número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (NNTRP), no ano de 2018, de 35 genótipos de <i>Coffea arabica</i> , aos 36 MAP. Ceres – GO, 2018.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Figura 01- Dispersão geográfica dos 25 maiores países produtores de café do mundo.....	26
CAPÍTULO I – Trocas gasosas em diferentes fases fenológicas de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i>) irrigados em Ceres – Goiás.	
Figura 01- Valores de temperatura máxima, média e mínima do município de Ceres – GO, de 01 de janeiro a 31 de agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018). As setas apresentadas no eixo horizontal, marcam as datas das leituras, nas cinco fases fenológicas	57
Figura 02- Fotoperíodo registrado durante a condução dos experimentos, no período de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação de Anápolis – GO, INMET (2018).	58
Figura 03- Umidade Relativa do Ar registrada de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).....	59
Figura 04- Precipitação Pluviométrica registrada de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).....	59

Figura 05- Evapotranspiração pelo tanque Classe A de 01 de janeiro a 31 de agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).....	60
Figura 06 – Lâmina d’água aplicada no experimento nos meses de janeiro a agosto de 2018.....	60
Figura 07- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	62
Figura 08- Condutância estomática em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	66
Figura 09- Transpiração em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	67
Figura 10- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	68
Figura 11- Condutância estomática em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	69
Figura 12 - Transpiração em plantas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....	71

Figura 13- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....72

Figura 14- Condutância estomática em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....73

Figura 15- Transpiração em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.....74

CAPÍTULO II – Crescimento e Produtividade de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados, em Ceres - Goiás

Figura 01. Umidade relativa do ar registrada de março de 2017 a outubro de 2018. Fonte: INMET – Itapaci – GO.....88

Figura 02. Valores de temperatura máxima, média e mínima de março de 2017 a outubro de 2018, no município de Ceres – GO. Fonte: INMET – Itapaci – GO89

Figura 03. Evapotranspiração monitorada pelo tanque classe A de março de 2017 a outubro de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.....90

Figura 04. Precipitação Pluviométrica registrada de março de 2017 a outubro de 2018, na Estação Meteorológica Automática de Itapaci – GO. Fonte: INMET.....90

Figura 05. Lâmina d'água aplicada de março de 2017 a agosto de 2018.....91

Figura 06- Fotoperíodo registrado durante a condução dos experimentos, no período de março de 2017 a outubro de 2018. Estação de Anápolis – GO, INMET (2018).....91

Figura 07- Produtividade de café beneficiado (sacas de 60 Kg/ha) de 35 genótipos de <i>Coffea arabica</i> , comparada com a produtividade média, do estado de Goiás, na safra 2018.....	99
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo/Sigla	Significado	Unidade de medida
ABA	Ácido Abscísico	
Alt	Altura de planta	cm
Ca⁺²	Cálcio	cmolc Kg ⁻¹
CO₂	Dióxido de Carbono	
CPR1	Comprimento do ramo plagiotrópico 1	cm
CPR2	Comprimento do ramo plagiotrópico 2	cm
CTC	Capacidade de Troca de Cátions	
CTRP	Comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2	cm
CV	Coeficiente de Variação	
D	Diâmetro do ramo ortotrópico	mm
DBC	Delineamento em blocos casualizados	
Dcopa	Diâmetro de copa	cm
DPV	Déficit de Pressão de Vapor	kPa
ECA	Evaporação no Tanque Classe A	mm
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais	
Etc	Evapotranspiração da Cultura	mm H ₂ O
ET₀	Evapotranspiração de Referência	mm H ₂ O
F	Fisher	
FAO	Food and Agriculture Organization	

F. V.	Fonte de Variação	
G. L.	Grau de Liberdade	
ha	Hectare	
IAC	Instituto Agronômico de Campinas	
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná	
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia	
IRGA	Analisador de Gás Infravermelho	
Kc	Coeficiente da cultura	
Kg	Quilograma	
Kp	Coeficiente do Tanque Classe A	mm dia ⁻¹
l	Litros	
l.h⁻¹	Litros por hora	
m	Metros	
m²	Metro quadrado	
MAP	Meses Após Plantio	
MgSO₄	Sulfato de Magnésio	
mm	Milímetros	
Na⁺	Sódio	cmolc Kg ⁻¹
NNTRP	Número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2	
NPK	Nitrogênio, Fósforo, Potássio	
NROrt	Número de nós do ramo ortotrópico	
NRP1	Número de nós do ramo plagiotrópico 1	
NRP2	Número de nós do ramo plagiotrópico 2	
Ns	Não Significativo	
P	Fósforo	cmolc Kg ⁻¹
ppm	Parte por milhão	
PROCAFÉ	Programa Integrado de Apoio à Tecnologia Cafeeira	
r	Coeficiente de Correlação Simples	
Sc.ha⁻¹	Sacas de 60 kg por hectare	
Tfolha	Temperatura da folha	°C
ZnSO₄	Sulfato de Zinco	cmolc Kg ⁻¹
%	Porcentagem	

RESUMO

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, Junho de 2019. **Trocas gasosas, crescimento e produtividade de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás.** Orientador: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

Existe uma grande variedade de genótipos de café, produzidos em vários países do mundo. A seleção de genótipos que se adaptem às condições edafoclimáticas das regiões de Ceres - Goiás, pode contribuir para elevar as possibilidades de cultivo e os índices de produtividade do café nessas áreas. Avaliou-se as trocas gasosas em diferentes fases fenológicas em três genótipos de café arábica, irrigados, via gotejamento, em Ceres - Goiás. Conduziu-se um experimento em parcelas subdivididas, em blocos casualizados e três repetições. As cinco fases fenológicas foram as parcelas e os três genótipos as subparcelas. Determinou-se temperatura do ar e da folha, radiação fotossinteticamente ativa, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor, utilizando analisador de gás infravermelho portátil, em três horários. As fases fenológicas de cafeeiros irrigados e submetidos ao estresse hídrico para induzir a uniformidade na floração, coincidem nas diversas estações do ano, comprometendo as trocas gasosas em fases fenológicas determinadoras da produtividade. A fase de enchimento do fruto apresentou maior eficiência fotossintética, nos três horários avaliados. Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior eficiência fotossintética, entre 12 e 13 horas. Observa-se sinais de fotoinibição em função dos horários avaliados de acordo com a temperatura foliar e radiação. Para avaliar o crescimento e a produtividade, foram 35 genótipos, quatro repetições, em DBC, de janeiro de 2017 a agosto de 2018. Aos 30 e 36

meses após plantio, foram avaliados o diâmetro do ramo ortotrópico, diâmetro de copa, altura de planta, número de nós do ramo ortotrópico, número de nós do ramo plagiotrópico 1, comprimento do ramo plagiotrópico 1, número de nós no ramo plagiotrópico 2, comprimento do ramo plagiotrópico 2, comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2, número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 e produtividade, da safra 2018. Estimaram-se as correlações lineares simples em todas as características avaliadas. Houve diferença no crescimento e na produtividade dos genótipos avaliados. Existe correlação positiva dos caracteres vegetativos entre si e entre eles e a produtividade, na segunda safra, do cafeeiro. Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior crescimento que os demais genótipos avaliados. Os genótipos Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 e 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catucaí Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araçuaia MG 1 e Obatã Vermelho IAC 1669-20 foram os que tiveram a maior produtividade, no ano de 2018.

PALAVRAS-CHAVE: cultivo de café, produção, Cerrado, fotossíntese.

ABSTRACT

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, June - 2019. **Gaseous exchanges, growth and productivity of coffee trees (*Coffea arabica*) irrigated in Ceres - Goiás.** Advisor: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

There is a wide variety of coffee genotypes, produced in several countries of the world. The selection of genotypes that adapt to the edaphoclimatic conditions of Ceres - Goiás regions can contribute to increase cultivation possibilities and coffee productivity indexes in these areas. The gas exchanges in different phenological stages were evaluated in three arabica coffee genotypes irrigated by dripping in Ceres - Goiás. A split - plot experiment was conducted in randomized blocks and three replicates. The five phenological phases were the plots and the three genotypes were the subplots. Air and leaf temperature, photosynthetically active radiation, liquid photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and vapor pressure deficit were determined using a portable infrared gas analyzer at three times. The phenological phases of coffee trees irrigated and submitted to water stress to induce uniformity in flowering, coincide in the different seasons of the year, compromising the gas exchange in phenological phases that determine productivity. The fruit filling phase presented higher photosynthetic efficiency, in the three evaluated schedules. Catucaí Amarelo 2SL presented higher photosynthetic efficiency, between 12 and 13 hours. Signs of photoinhibition are observed according to the times evaluated according to leaf temperature and radiation. In order to evaluate growth and yield, 35 genotypes, four replicates, in DBC, were evaluated from January 2017 to August 2018. At 30 and 36 months after planting, the diameter of the orthotropic branch, crown diameter, plant height , number of nodes of plagiotropic branch 1, number of nodes of plagiotropic

branch 1, number of nodes of plagiotropic branch 1, number of nodes in plagiotropic branch 2, length of plagiotropic branch 2, length of plagiotropic branches 1 and 2, number of nodes of plagiotropic branches 1 and 2 and yield of the 2018 crop. The simple linear correlations were estimated in all evaluated characteristics. There was a difference in growth and yield of the evaluated genotypes. There is a positive correlation between the vegetative characters and between them and the productivity, in the second crop, of coffee. Catucaí Amarelo 2SL presented higher growth than the other evaluated genotypes. The genotypes Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 and 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catuaí Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araponga MG 1 and Obatã Vermelho IAC 1669-20, were the ones that had the highest productivity in the year 2018.

KEY WORDS: cultivation of coffee, production, Cerrado, photosynthesis.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas do mundo. Estima-se que um terço da população mundial consuma café diariamente. Além do mais, a produção do café proporciona trabalho para milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento (SEMEDO et al., 2018).

O Brasil é o maior produtor mundial de café, no entanto, as mudanças climáticas promovem perda de áreas adequadas ao plantio e redução de produtividade (CHARBONNIER et al., 2017). É necessário, portanto, estudos acerca do desenvolvimento desta cultura em regiões de cultivo no Centro-Oeste do país, bem como a seleção de genótipos mais adaptáveis.

Classificado como planta C3, quanto ao processo de fixação do carbono, o cafeeiro apresenta alta exigência de água e temperatura adequada para o cultivo entre 18°C e 23°C (RODRIGUES et al., 2018). Como o carbono é o elemento primordial para a formação de compostos orgânicos pela planta, a análise da influência dos fatores que afetam a assimilação deste elemento, permite a seleção de espécies mais produtivas para o ambiente em que se pretende desenvolver a cultura.

As condições edafoclimáticas do ambiente onde estão sendo cultivadas, as plantas podem apresentar alteração na produtividade devido à variação da atividade fotossintética (SOUZA et al., 2016). Diante de tais constatações, a análise das trocas gasosas, como fatores diretos de interferência na produtividade da planta de café, torna-se relevante para o estudo de genótipos que atendam ao anseio produtivo dos cafeicultores da região Centro-Oeste.

A disponibilidade inadequada de água interfere de modo acentuado na produtividade do café, provocando modificação nos processos fisiológicos, como por

exemplo, a alteração nas paredes celulares, interferência na condutância estomática e baixas taxas de assimilação de carbono (CHEMURA et al., 2017). A falta de água além de impedir o crescimento normal e diminuir a produtividade, deixa a planta mais suscetível a pragas e doenças (CHEMURA et al., 2017). Contudo, a oferta de água para a cultura do café através de sistemas de irrigação propícios, juntamente com período de estresse hídricos controlados, têm se mostrado bastante eficientes no aumento de produtividade, quando aplicados à genótipos adaptados ao local de plantio.

A produção de café arábica no Brasil, tradicionalmente foi concentrada nas regiões Sul e Sudeste que contam com clima mais ameno e boa oferta de chuvas, ficando as regiões de clima mais árido ou com períodos maiores de estiagem, marginalizadas (MARTINS et al., 2007). Porém, a utilização de sistemas de irrigação se tornou uma alternativa viável para suprir a deficiência de chuva destas regiões com pouca precipitação e os estudos nessa área vem oferecendo cada vez mais alternativas eficazes.

O sistema de irrigação localizada, vem sendo o mais utilizado na cultura do café devido a uma diversidade de fatores, como menor gasto com mão de obra, maior economia de água, grande potencial de automatização, manutenção de elevados níveis de água do solo favorecendo a cultura, adequação a solos desfavoráveis, facilidade de aplicação de produtos químicos diluídos e diminuição dos riscos de contaminação das culturas (GOMES & ROLAND, 2018). A economia de água do sistema de irrigação por gotejamento é estimada em cerca de 30% em relação ao sistema por aspersão, com uma eficiência entre 85 a 95% (BOAS et al., 2011).

Há uma grande variedade de genótipos de café, produzidos em vários países do mundo. Através do processo de escolhas de plantas adaptadas a diferentes condições é que foi possível selecionar as variedades atuais (GOMES et al., 2008). O gênero *Coffea arabica* L. tem alta plasticidade fenotípica, com a possibilidade de adaptar-se a várias condições climáticas como temperatura, radiação.

A seleção de genótipos que se adaptem às condições edafoclimáticas das regiões de Ceres - Goiás, pode contribuir para elevar as possibilidades de cultivo e os índices de produtividade do café nessas áreas. O objetivo deste estudo, portanto, foi avaliar trocas gasosas, crescimento e produtividade de genótipos de cafeeiros, sob condições de irrigação via gotejamento, em Ceres - Goiás.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e dispersão geográfica da produção de café

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é originário das florestas montanhosas da Etiópia, sudeste do Sudão e Norte do Quênia (AERTS et al., 2017). Sua domesticação se deu no Iêmen e a inserção da sua semente na Ásia e na América Latina, aconteceu durante o período do Renascimento (1300 – 1700) e, assim, sua cultura se espalhou por toda Europa e América (AERTS et al., 2017). O café foi introduzido no Brasil em 1727, a partir do estado do Pará para todo território nacional (ALVES et al., 2017). O *Coffea arabica* L. e *C. canefora* Pierre ex A. Froehner são os mais comercializados e representam cerca de 99% da produção mundial de café (DAVIS et al., 2012; CONAB, 2018).

A indústria de café emprega aproximadamente 125 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo que uma grande parcela dos agricultores está localizada na África, conforme mostra a Figura 01 (CRAPARO et al., 2015). No Brasil, a produção de café para industrialização iniciou em 1825, no Pará e no Maranhão, sendo expandida posteriormente a outros estados (ALVES et al., 2017). A produção industrial foi intensificada após o ano de 1830 o que acarretou na expansão de várias agroindústrias, até se tornar o principal produto brasileiro a ser exportado até os dias atuais (CONAB, 2018).



Figura 01. Dispersão geográfica dos 25 maiores países produtores de café do mundo. Fonte: German Coffee Association – 2015. Disponível em <<https://dabrownstein.com/category/coffee-maps>>. Acesso em 21/01/18.

No agronegócio brasileiro, o café assume posição de destaque, gerando empregos em toda sua cadeia produtiva, além de ter importante função social na agricultura familiar. Nos dois últimos anos, o Brasil exportou cerca de 35,2 milhões de sacas de café e é considerado o maior volume exportado de café arábica e solúvel de todos os tempos (CECAFÉ, 2018). Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica são os maiores importadores do café brasileiro (CECAFÉ, 2018).

Em 2018, o país produziu mais de 61,7 milhões de sacas de 60 Kg beneficiadas numa área de 2,1 milhões de hectares (CONAB, 2018). O café arábica representa aproximadamente 77% dessa produção nacional do café (CONAB, 2018). A média de produtividade do café arábica no Brasil, na safra de 2018, foi de 31,72 sacas de café beneficiado, por hectare. Alguns estados brasileiros se destacam na cafeicultura comercial, tais como: Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo.

O estado brasileiro que mais produz café é Minas Gerais, com produção estimada, na safra 2018, em 33,36 milhões de sacas beneficiadas em um milhão de hectares, com rendimento médio de 33,08 sc.ha⁻¹. Em Goiás, na safra de 2018, houve uma expansão em área de produção, em cerca de 7,1% em relação ao ano anterior, com produção exclusiva de café arábica. Neste ano de 2018, foram cerca de 195,4 mil sacas beneficiadas em 5,9 mil hectares, com produtividade média de 33,0 sc.ha⁻¹ (CONAB, 2018).

O Bioma Cerrado, que representa, aproximadamente, 23,92% da área do Brasil (IBGE, 2004), também tem se mostrado promissor, no cultivo do café. A cafeicultura comercial foi introduzida nesse bioma e se expandiu devido a alguns aspectos como temperatura e topografia da região, juntamente com os aspectos tecnológicos de produção, como irrigação, adubação, manejo eficiente de pragas e doenças, bem como a utilização de novos genótipos que sejam adaptados às condições do Cerrado (FERNANDES et al., 2012). O relevo plano a suave-ondulado, que predomina em cerca de 70% do Cerrado, propicia o uso da mecanização em todas as fases do manejo, que abrange desde o preparo do solo, tratos culturais, fitossanitários, nutricionais, bem como a colheita.

Há uma previsão de redução de 38% de áreas bioclimáticas favoráveis à produção de café arábica, até 2080, devido às mudanças climáticas que ocorreram nas últimas décadas (MINIUSSI, et al., 2015). O aumento na temperatura, alteração na distribuição pluviométrica ao longo do ano, aumento na emissão de CO₂, entre outras, têm causado impacto na cafeicultura comercial (DAMATTA et al., 2010; MINIUSSI, et al., 2015). Nos últimos anos, as temperaturas mínimas globais apresentaram um aumento duas vezes maior do que as temperaturas máximas, comprometendo assim as culturas tropicais, como o café arábica (CRAPARO et al., 2015).

É preciso buscar excelente resposta metabólica do café frente aos estresses bióticos e abióticos, desenvolvendo plantas mais resistentes às variações no clima (AERTS et al., 2017). Os estudos que envolvem o melhoramento genético tiveram importante contribuição para a seleção de cultivares que são utilizadas hoje, na cafeicultura comercial. A produtividade média de café arábica em regiões de Cerrado foi de cerca de 44 sc.ha⁻¹, na safra 2018 (CONAB, 2018). Plantas adaptadas a regiões com características edafoclimáticas do Cerrado, tem alavancado a média de produtividade nesse bioma, superando até mesmo a média brasileira.

2.2 Características da planta e hábitos de crescimento

O cafeeiro é considerado uma planta com metabolismo C₃ na fixação do carbono e a maioria dessas plantas tem como característica, a saturação entre 600 e 800 μmol m⁻² s⁻¹. Tal fato se deve à capacidade de carboxilação da Rubisco, o que limita a fotossíntese. Porém, segundo Charbonnier et al. (2017), elevando-se a concentração de CO₂

atmosférico além do ponto de compensação, sem saturar, a fotossíntese é estimulada e ocorre uma função linear entre o fluxo de fótons e a taxa fotossintética e consequentemente de biomassa tornando a planta mais produtiva.

O cafeeiro, em geral, se apresenta como um arbusto tropical perene, caracterizado como dicotiledônea, de estruturas caulinares mais eretas, podendo variar de quatro a seis metros, sem poda ou, com a poda, de dois a três metros de altura (CARVALHO et al., 2010). Os arbustos necessitam ser renovados a cada 16 anos, em média, mas há casos em que plantações se mantiveram produtivas durante muitas décadas. O cafeeiro atinge produtividade máxima após aproximadamente quatro anos de plantio (FREDERICO, 2014).

Existem variações entre os genótipos do cafeeiro, que pode se apresentar como pequenos arbustos ou grandes árvores, com caule duro e espesso. As espécies do gênero *Coffea* são diploides, exceto *C. arabica*, que é tetraploide, ou seja, a única que possui quatro conjuntos do número básico de cromossomos do gênero ($n=11$), totalizando 44 cromossomos. O caule é lenhoso, rígido e ereto, onde o *C. arabica* apresenta monocaule e o *C. canefora*, multicaule, medindo de oito a dez centímetros de diâmetro (RODRIGUES et al., 2012).

O sistema radicular destas plantas possui raiz pivotante, que pode chegar até um metro de profundidade. Possui também raízes auxiliares, com profundidade de aproximadamente três metros de comprimento. Tem várias raízes laterais, paralelas ao solo, que distam cerca de dois metros do tronco, além de raízes capilares. Cerca de 75% das raízes secundárias e adventícias se localizam a menos de 30 cm de profundidade e concentram-se na projeção da copa. Elas auxiliam na sustentação da planta e absorção de água e nutrientes (COVRE et al., 2015).

Existe dimorfismo com relação à direção do crescimento dos ramos, sendo que no sentido vertical são denominados ramos ortotrópicos e na horizontal, ramos plagiotrópicos. As folhas do cafeeiro possuem o pecíolo curto, têm a forma elíptica e, geralmente, são de cor verde escura a verde bronze, tem de nove a 12 nervuras que formam com a nervura principal um ângulo de aproximadamente 45 graus e possui área foliar de 12 a 24 cm², em plantas adultas (DAMATTA, 2004).

A Inflorescência ocorre após o período da seca, a partir das gemas seriadas que se formam nas axilas das folhas opostas aos ramos plagiotrópicos primários, sendo de

quatro a 12 nós, com 16 a 48 flores por nó, com internódios produzindo flores uma única vez (DAMATTA, 2004). As flores são hermafroditas e contém o órgão masculino (estame) em número de cinco, com uma corola com o formato semelhante a uma tuba e cinco pétalas. O órgão feminino (pistilo), possui dois lobos estigmatíferos, na porção terminal do estilete. O ovário possui formato esférico dividido em dois compartimentos. Essa estrutura das anteras propicia a autogamia, que pode chegar até 99% (AERTS et al., 2017).

O fruto do café é do tipo ovoide e possui geralmente duas sementes. Pode levar de 7 a 9 meses para madurar e, quando maduro, apresenta coloração vermelho intenso ou amarela. Eles são formados por pedúnculo, coroa, exocarpo, mesocarpo, endocarpo e semente. As sementes ficam envoltas pelo endocarpo, que também é chamado de pergaminho, recobertos pelo endosperma (película prateada), mesocarpo (a polpa) e exocarpo (a casca). A semente é formada por espermoderma, endosperma e embrião (DAMATTA, 2004).

O endosperma é rico em polissacarídeos (50 a 55% da matéria seca do grão), lipídeos (12 a 18%) e proteínas (11 a 13%), cafeína, dextrina, galactomananas, celulose, ácido clorogênico, minerais, dentre outros. O embrião fica na superfície convexa da semente, mede aproximadamente 3 mm, possui um hipocótilo e dois cotilédones (DAMATTA, 2004).

O café é um tipo de cultura que apresenta fenômeno da bienalidade, ou seja, possui um ano com alta produção seguido por outro de baixa produção. Este fenômeno pode ser explicado pela relação fonte-dreno, que ocorre entre os frutos (dreno) e as folhas (fonte) (MENDONÇA et al., 2011). Nos anos de alta produtividade ocorrem o direcionamento, prioritariamente, dos fotossintetizados para os frutos, que possuem tecidos em crescimento e atuam como drenos. Os anos de baixa produtividade são aqueles onde os fotossintetizados são direcionados à formação de ramos (MENDONÇA et al., 2011).

Um item determinante para as diferenças entre os cafés é a variabilidade genética (HEIN & GATZWEILER 2006; KITZBERGER et al., 2014). Porém, é crescente a busca por genótipos que se adaptem a determinadas regiões, apresentando resultados de produtividade, satisfatórios. Sabe-se que o cafeeiro possui enorme capacidade de adaptação e pode apresentar alterações fisiológicas, bioquímicas ou morfológicas e

anatômicas (LIMA JUNIOR et al., 2005; SILVEIRA, 2014). Com isso, é crescente a busca por plantas que se adaptem também a condições variadas como estresse ambiental, fatores climáticos e resistência a pragas e doenças pois as mudanças climáticas globais e o aumento de CO₂ na atmosfera podem ser fatores de risco para a cafeicultura (CHEMURA et al., 2017).

Em busca de maior produtividade e qualidade do café, algumas ações de manejo e condições adequadas à cultura, também precisam ser observados. O manejo adequado de nutrição, fitossanitário, bem como o monitoramento meteorológico e a gestão hídrica são fundamentais para garantir sucesso com a lavoura. Outro fator muito importante é o manuseio dos grãos de forma correta, no pós-colheita, secamento, armazenamento e torra desses grãos (KITZBERGER et al., 2014).

2.3 A tecnologia na melhoria da ecofisiologia do cafeeiro

Estudos revelam que a eficiência no uso da tecnologia, durante todo o processo de produção, seja irrigado ou sequeiro, pode ser um grande diferencial, para garantir uma boa produtividade no cafeeiro. Ações como definir o nível de mecanização após conhecer a topografia da região, definir o adensamento da lavoura, a cultivar e até mesmo o modo de plantio, garantindo que tudo esteja de acordo com as condições do local, são essenciais (SAKAI et al., 2015).

O cafeeiro pode ser cultivado a pleno sol ou consorciado a outras espécies, sendo, portanto, considerado uma planta facultativa de sombra cabendo ao agricultor considerar qual alternativa será mais vantajosa, segundo sua realidade (DAMATTA & RENA, 2002; SAKAI et al., 2015). Devido à grande variabilidade genética e possibilidades de plantio, os programas de melhoramento genético têm se apoiado também no estudo da arquitetura do cafeeiro, através da fisiologia vegetal, para a recomendação de novas cultivares, através da seleção e validação de progênies de cafeeiro (SOUZA et al., 2016).

É relevante, portanto, a busca por cultivares mais resistentes a pragas e doenças, bem como elevados valores de temperatura do ar e radiação fotossinteticamente ativa, especialmente do café arábica, que tem como uma de suas características, ser mais

suscetível a pragas e doenças do que o café canéfora, por exemplo (KITZBERGER et al., 2014). A seleção de uma progênie ou a recomendação de uma cultivar necessita de avaliação de produtividade de, pelo menos, dois biênios, ou seja, quatro safras consecutivas pois a produção somente estabiliza na quarta colheita (SILVA et al., 2017).

A deficiência hídrica é um dos fatores limitantes para o cafeeiro pois, associada a altas temperaturas, pode ocasionar danos irreversíveis à fisiologia e a produtividade das plantas (SILVEIRA et al., 2014; GUEDES et al., 2018). Quando há diminuição do teor de água na folha, a produção de carboidratos, através da fotossíntese, pode ser interrompida com a redução na entrada de CO₂, ocasionada pelo fechamento estomático (SCHEEL et al., 2016). No entanto, as consequências variam de acordo com a intensidade e duração do déficit hídrico, da espécie e do genótipo (GUEDES et al., 2018).

De acordo com DaMatta et al. (2016), níveis de radiação fotossinteticamente ativa acima do necessário para a realização da fotossíntese ocasiona uma condição de estresse. Sendo assim, pode desencadear danos às atividades fotossintéticas e, em condições aeróbias, catalisar a produção de espécies reativas de oxigênio, causando danos celulares, além da destruição de pigmentos fotossintéticos, queimadura das folhas e dos botões florais, denominada fotooxidação (ARAÚJO et al., 2008).

Sob altos níveis de radiação o cafeeiro pode apresentar modificações em sua anatomia, especialmente na folha, variando as espessuras do parênquima paliçádico e esponjoso, alterando as estruturas dos estômatos, espessura do limbo foliar, entre outras (BATISTA et al., 2010). Como forma de dissipar o excesso de energia (ATP e o calor), que resultaram da fase fotoquímica, acontece a fotorrespiração, processo que diminui a fixação de CO₂ e elimina esse excesso de energia na forma de ATP, caso contrário poderia comprometer o crescimento das plantas. Contudo, a fotorrespiração tende a diminuir a produção de carboidratos reduzindo a produtividade da planta (DAMATTA et al., 2016)

Elevadas temperaturas associadas ao déficit hídrico e alta intensidade luminosa podem saturar o aparelho fotossintético, ocorrendo então, a fotoinibição (DENOEUDE et al., 2014). Segundo DaMatta et al. (2016), a fotossíntese no dossel do cafeeiro pode saturar a uma irradiância de 600 – 700 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, porém algumas folhas ficam mais expostas e outras, extremamente sombreadas, por se localizarem na parte interna da copa do café e podem, assim, receber apenas cerca de 1,5% da radiação total. De acordo com esses mesmos autores, a fotossíntese pode variar ao longo do dia, sendo associada

portanto aos valores de condutância estomática, temperatura, transpiração e umidade relativa do ar.

Quando a temperatura média do ar fica acima de 23^oC, acelera o desenvolvimento e a maturação dos frutos, podendo assim, obter café com baixa qualidade da bebida (DAMATTA et al., 2018). Temperaturas variando em torno dos 30^oC, na fase do florescimento, pode causar queda dos botões florais, acelera a maturação dos frutos, prejudica a formação dos grãos, diminuindo o índice de produtividade (DAMATTA et al., 2018).

2.4 Manejo hídrico na cafeicultura

A água mantém o bom funcionamento do metabolismo das plantas, bem como o seu crescimento e desenvolvimento, podendo, assim, elevar os índices de produtividade (ASSIS et al., 2014). A quantidade de água disponível no solo para o cafeeiro é muito importante para o sucesso da lavoura, propiciando o desenvolvimento vegetativo e amenizando a bienalidade de produção (ASSIS et al., 2014).

Sabe-se que a região nativa do cafeeiro, na África, possui uma precipitação média anual entre 1200 e 2500 mm e tem condições térmicas e hídricas típicas de clima equatorial. Porém, o clima do cerrado também pode ser propício para o cultivo do café pois, com duas estações bem definidas, verão chuvoso (outubro a abril) e inverno seco (maio a setembro) é possível garantir sua demanda hídrica na fase da granação dos frutos. Outra característica favorável é a baixa umidade do ar na fase da colheita, que ameniza os riscos de fermentação dos frutos nas plantas ou processo pós colheita (PEREIRA et al., 2016).

Segundo Camargo & Camargo (2001) o *Coffea arabica* apresenta um ciclo fenológico formado por uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que se desenvolvem em um período de aproximadamente 24 meses, ao contrário do que normalmente ocorre com as demais plantas que desenvolvem os ciclos reprodutivos e fenológicos no mesmo ano fenológico. A indução, desenvolvimento, maturação e dormência das gemas florais acontecem, geralmente, no período de abril a agosto (NASCIMENTO et al., 2008).

Para que as gemas florais maduras saiam do período de dormência e venham a florescer, é necessário a ocorrência de um choque hídrico, seja por chuva ou irrigação. Caso o choque hídrico aconteça, as gemas maduras transformam-se em botões florais e florescem em cerca de uma semana (NASCIMENTO et al., 2008).

Uma técnica muito utilizada na cafeicultura, para aumentar a homogeneidade da florada é o *déficit* hídrico controlado (GUERRA et al., 2005; CALDAS et al., 2018). Consiste em suspender a irrigação durante os meses de junho a agosto, que corresponde à quiescência, para que ocorra uma sincronização no desenvolvimento dos botões florais, estimulando e resultando, assim, numa única e uniforme floração (CRAPARO et al., 2015; CALDAS et al., 2018). Nas regiões de Cerrado, que possuem uma estação seca bem definida, pode se induzir a uniformidade na maturação dos frutos por meio do estresse hídrico controlado (RONCHI et al., 2015).

Segundo Nascimento et al. (2008), o período de granação do cafeeiro ocorre de janeiro a março do segundo ano do seu ciclo fenológico. A fase de maturação dos frutos é influenciada diretamente pelo regime hídrico e pela acumulação de energia solar, mas geralmente ocorre entre abril e junho (MEIRELES et al., 2009).

A tática de estresse hídrico controlado reduz os gastos com água e energia além de aumentar a produtividade pois, com maior número de grãos cereja na hora da colheita, ocorre potencialização da produção (GUERRA et al., 2005). Contudo, é preciso monitorar e equilibrar o balanço hídrico da planta, avaliando a quantidade de água disponível a ela, via irrigação ou precipitação e a saída dessa água, através da evapotranspiração, escoamento superficial ou percolação (CALDAS et al., 2018).

Embora o *déficit* hídrico controlado possa trazer benefícios de produção no cultivo do café, o *déficit* hídrico excessivo é prejudicial ao cafeeiro, que pode apresentar alterações fisiológicas como, por exemplo, diminuição do número de flor e fruto, da altura das árvores, do comprimento dos ramos, do diâmetro da copa e do tronco, secamento dos ponteiros e escaldadura (LIU et al., 2016). Dependendo da severidade desse *déficit*, pode ocorrer significativa retirada da cutícula cerosa, extermínio das paredes celulares, diminuição da condutância estomática, queda na transpiração e na taxa de assimilação líquida de carbono, diminuição da fotossíntese e comprometimento da produção de biomassa e da produtividade (RAMALHO et al., 2015; CHEMURA et al., 2017).

O excesso de água no solo por sua vez, seja pela irrigação ou precipitação também pode ser prejudicial ao cafeeiro (CRAPARO et al., 2015). Nesses casos, é possível ocasionar a queda de flores, atraso na granação do fruto, maior suscetibilidade à pragas e doenças, lixiviação dos nutrientes do solo, reduzindo assim a produtividade e comprometendo a qualidade da produção (CRAPARO et al., 2015). É essencial, portanto, entender as fases do cafeeiro e suas demandas.

Algumas fases do desenvolvimento são mais críticas, como por exemplo, de outubro a dezembro, quando ocorre a fase chumbinho e, se a demanda de água não for suprida, pode atrasar o crescimento dos frutos, comprometendo a produção (CRAPARO et al., 2015). É a água que vai fazer a translocação da grande parte dos elementos minerais absorvidos pelas raízes e se houver períodos de seca, nessa fase, pode ocasionar deficiência de nutrientes, no cafeeiro. (SOUZA et al., 2016).

Para garantir uma boa produtividade, portanto, é necessário que haja um planejamento de quanto irrigar, acompanhado do calendário de irrigação, indicando quando irrigar, ambos associados ao monitoramento meteorológico contínuo (CHEMURA et al., 2017). Quando o monitoramento da planta é feito constantemente e de forma eficaz, assegurando a irrigação na quantidade e no momento correto, o cafeeiro pode apresentar maior produtividade e uma bebida de melhor qualidade (FERNANDES et al., 2012; CALDAS et al., 2018).

O Brasil possui cerca de 6,95 milhões de hectares irrigados sendo um dos dez países com maior área irrigada (ANA, 2017). A irrigação favorece o plantio do café em áreas que não seriam recomendadas anteriormente, podendo assim serem transformadas em novos pólos para a agricultura cafeeira (MARTINS et al., 2007). As lavouras de café no cerrado brasileiro são 100% irrigadas (CONAB, 2018), mas apesar dos benefícios da irrigação, é pertinente a preocupação com o consumo energético e o uso eficiente da água, em busca da produtividade sustentável do cafeeiro.

Um método de irrigação muito utilizado em lavouras cafeeiras é o gotejamento. Com grande precisão, economia de água e energia esse método oferta água para a planta somente na quantidade necessária. Ele aplica a água diretamente no sistema radicular, formando bulbos de umedecimento, diminuindo, assim, as perdas por evaporação, por percolação, por escoamento e facilita na fertirrigação (MAGIERO et al., 2017). A

desvantagem desse método é que tem um custo inicial mais elevado e maior chance de entupir as saídas dos emissores (DURAN-ROS et al., 2009).

2.5 Fotoperíodo e qualidade de luz

Um dos fatores abióticos que limita a produtividade é o nível de radiação solar incidente. Contudo, devido ao fato do cafeeiro ser uma planta facultativa de sombra, ele tem também um grande potencial a adaptações e pode suportar variações no nível de radiação (DAMATTA & RENA, 2002; ARAÚJO et al., 2008). Para sobreviver, algumas cultivares de café podem apresentar maior adaptação, quando submetidas a estresses ambientais como alta intensidade luminosa, modificando sua anatomia e fisiologia (RODRIGUES et al., 2015).

A intensidade e a qualidade da luz, associadas à temperatura, interferem diretamente na produção de clorofila, na fotossíntese, que é fundamental no crescimento das plantas e, conseqüentemente, na produção dos frutos (DAMATTA et al., 2016). A radiação solar incidente na copa do cafeeiro está diretamente relacionada à produção de biomassa. No entanto, a radiação que incide no solo, influencia também no microclima. Ela pode aquecer o solo e o ar, bem como alterar a evapotranspiração e o índice de produtividade da área (DAMATTA, 2004).

Há uma grande expansão da cultura do café arábica no Cerrado, que possui, normalmente, intensa radiação, especialmente nos meses mais quentes, de inverno seco, quase sem nuvens (PEREIRA et al., 2016). Durante os meses com maior precipitação, a radiação solar nessas regiões pode ser reduzida por causa da alta nebulosidade, nos dias de verão chuvoso, como acontece frequentemente em outubro, época em que a temperatura do ar pode ser maior do que a dos meses de dezembro ou janeiro (DAMATTA et al., 2016). A intensidade da radiação reduz um pouco em agosto-setembro pois, geralmente, nessa época, existe a presença de névoa seca, fruto de queimadas na vegetação, fatos comuns nestes meses do ano (PEREIRA et al., 2016).

As plantas possuem pigmentos proteicos sensíveis à radiação luminosa, o fitocromo, fototropina e o criptocromo. A ação desses pigmentos está ligada a determinadas respostas fisiológicas da planta, como a floração, a brotação, a expansão

celular, o alongamento caulinar e a germinação. O fitocromo pode assumir duas formas interconversíveis, sendo que uma é ativa (o fitocromo Fve, que absorve a luz vermelho longo) e outra é inativa (o fitocromo Fv, que absorve a luz vermelho curto). A forma inativa Fv, tende a se transformar na forma Fve, ativa, quando a planta absorve o comprimento de luz vermelha do espectro luminoso na faixa de 660 nanômetros. Se a absorção for de luz vermelho-longo, na faixa de 730 nanômetros, o fitocromo Fve é que se converte em Fv. Esse fenômeno de resposta fisiológica das plantas ao período de duração do dia é denominado fotoperiodismo (TAIZ & ZEIGER, 2009).

O cafeeiro, quanto ao fotoperiodismo, se classifica como uma planta de dia curto (AMARAL et al., 2006). Tais plantas somente florescem, quando expostas a um período de dia curto seguido de uma noite longa (AMARAL et al., 2006). Neste tipo de planta, o fitocromo Fve é um inibidor da floração, quando acumulado por um período de tempo superior ao fotoperíodo crítico. Durante as estações do ano onde as noites tem uma maior duração que o dia, o fitocromo Fve da planta se converte espontaneamente em fitocromo Fv. Como a versão Fve inibidora da floração não está mais presente, a planta é estimulada a florescer (TAIZ & ZEIGER, 2009). Estudos indicam que a iniciação floral do café ocorre apenas em fotoperíodos de 13 horas ou menos (AMARAL et al., 2006).

O fotoperíodo pode afetar diretamente na indução ou inibição do crescimento vegetativo e da reprodução do cafeeiro. Porém, o fotoperíodo afeta parcialmente o crescimento dos grãos de café (DAMATTA & RAMALHO, 2006), mas há outros fatores ambientais que corroboram para a fenologia do cafeeiro, como a temperatura e a precipitação (DAMATTA et al., 2016).

Após o terceiro ano de vida dos cafeeiros produtivos é que ocorre o primeiro ano do ciclo fenológico, onde os ramos vegetativos, com gemas auxiliares, são formados durante a primavera-verão, nas regiões tropicais, coincidentemente, durante os meses de dias longos (DAMATTA F. M., 2004). À medida que o fotoperíodo começa a diminuir, normalmente em janeiro, induz as gemas auxiliares a se tornarem reprodutivas e em abril, mês que possui um fotoperíodo menor que 12 horas diárias, há um aumento na indução das gemas florais, que iniciam o seu desenvolvimento e crescimento, atingindo aproximadamente 5 mm de comprimento (DAMATTA F. M., 2004). Durante esse ciclo, no Brasil, ocorre normalmente florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno (MEIRELES et al., 2009).

As condições ambientais interferem na cultura do café, em suas várias fases fenológicas. Porém, o fotoperíodo e as variações meteorológicas como índice pluviométrico e a temperatura do ar são os que mais influenciam na fenologia da planta e, como consequência, refletem na produtividade e na qualidade da bebida (DAMATTA F. M., 2004).

Durante o inverno, as gemas florais amadurecem e entram em dormência, concluindo a fase vegetativa da fenologia do cafeeiro, que encerra então, o primeiro ano (DAMATTA F. M., 2004). A quebra da dormência floral dá início à fase reprodutiva, no segundo ano fenológico do cafeeiro, com o aumento do fotoperíodo nas regiões tropicais, que coincide com a primavera, onde há uma intensificação na florada, pois ocorre um aumento considerável do fotoperíodo nas regiões tropicais. Após o umedecimento das gemas, que acontece por volta de 8 a 15 dias, as flores se abrem (DAMATTA, 2004).

2.6 Temperatura e umidade relativa do ar

Segundo Rodrigues et al. (2018), a amplitude térmica considerada favorável ao cultivo do café arábica, é entre 18^oC e 23^oC, de temperatura média anual. Variações extremas de temperatura do ar podem ser prejudiciais ao cafeeiro, limitando o seu crescimento, alterando a fisiologia e comprometendo a sua produtividade (MEIRELES et al., 2009).

Temperaturas médias anuais abaixo de 18^oC e, ou geadas, associadas a ventos frios, podem ser fatais ao cafezal, reduzindo o seu crescimento ou até mesmo paralisando totalmente o desenvolvimento da planta (NAGASHIMA et al., 2015). Segundo DaMatta & Ramalho (2006), quando há uma queda brusca na temperatura, o cafeeiro apresenta pequena diferenciação floral, acarretando assim, na baixa produtividade, além do crestamento foliar. Quando a temperatura se aproxima de -2^oC, provoca danos aos tecidos das folhas e temperaturas foliares entre -3^oC e -4^oC, podem agravar ainda mais esses danos, levando à morte desses tecidos (DAMATTA et al., 2018).

De acordo com DaMatta & Ramalho (2006), regiões em que a temperatura excede a 30^oC por um longo período, pode acontecer a escaldadura, que danifica as folhas do cafeeiro, além de reduzir o crescimento, surgir anormalidades e tumores na base do

caule, em algumas variedades de cafeeiro. Porém, existem alguns genótipos que podem tolerar altas temperaturas no ambiente, até mesmo acima dos 30°C, não alterando sua taxa fotossintética e se adaptando a essas condições (DAMATTA, F.M. 2004).

Segundo Custódio et al. (2013), quando a temperatura se eleva acima dos 35°C, especialmente concomitante com o *déficit* hídrico, aumenta a chance de formação de flores estéreis, o abortamento de flores, prejudica a germinação, impossibilitando assim, a produção do fruto. Porém, DaMatta et al. (2018) afirmam que temperaturas elevadas não prejudicam a qualidade do fruto do cafeeiro, se estiverem nos últimos estádios de maturação desde que não haja limitação hídrica e que a irradiância seja moderada.

Outro fator climático importante é a umidade relativa do ar, pois ela influencia diretamente no desenvolvimento vegetativo, no crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, bem como na produtividade do cafeeiro (BALIZA et al., 2012). O excesso de umidade relativa do ar, associada à baixa temperatura pode prolongar o ciclo de doenças na cafeicultura, intensificar sua severidade, devido a modificação do microclima, alterar a polinização ou restringir a assimilação de nutrientes às plantas, alterando a qualidade dos grãos ou a produtividade (OVALLE-RIVERA et al., 2015).

Devido às mudanças climáticas que vem acontecendo, um dos maiores desafios para as próximas décadas, de acordo com OVALLE-RIVERA et al. (2015), é selecionar variedades de café arábica que melhor se adaptem a temperaturas mais elevadas, apresentando maior adaptabilidade e resiliência inclusive a eventos extremos. Os melhoristas têm colaborado fortemente nos estudos da anatomia e da fisiologia vegetal em busca da seleção assistida e melhoramento genético do cafeeiro (SOUZA et al., 2016).

Como toda planta C3, o cafeeiro tem dificuldade na fixação do carbono sob temperaturas acima das consideradas ótimas, visto que nessas condições ocorre o fenômeno da fotorrespiração. A enzima Rubisco, encarregada da carboxilação a partir do CO₂, tende a se ligar ao O₂ sob influência da alta temperatura, desperdiçando energia e comprometendo o crescimento da planta (DAMATTA, 2004).

Outro fator relevante no desenvolvimento das plantas é a ação hormonal. Em condições desfavoráveis, como um período de seca prolongada ou mesmo altas temperaturas, há o estímulo à ação dos hormônios vegetais como o ácido abscísico (ABA), que irá provocar a dormência das gemas, na tentativa de evitar o gasto energético (TAIZ & ZEIGER, 2009).

2.7 Manejo nutricional na cafeicultura industrial

Segundo DaMatta et al. (2010), a nutrição mineral é um fator muito importante de produção pois está diretamente relacionada às funções no metabolismo das plantas, influenciando também na fisiologia, desenvolvimento, crescimento, produção e qualidade dos produtos. O manejo adequado da adubação pode assegurar a recuperação ou a conservação dos nutrientes do solo, estimulando o desenvolvimento da planta e aumentando a produtividade (RONCHI et al., 2015). Em regiões como Cerrado também é possível plantar café, fazendo as correções no solo, quando necessário e o manejo adequado.

Há algumas décadas, o cerrado brasileiro foi considerado desfavorável à plantação de café devido às características do solo e do clima dessa região, porém, atualmente, é um dos grandes centros de produção (MOURA et al., 2014). Fernandes et al. (2012) relataram que aproximadamente 54% dos solos do cerrado compõe-se de latossolos, que caracterizam principalmente por serem pobres em alguns nutrientes, como o fósforo, são intemperizados e possuem pequena capacidade de troca de cátions, além de elevada acidez e toxidez de alumínio.

De acordo com Wang et al. (2015), limitações no solo como alto índice de acidez, toxidez de alumínio e pequenos teores de cálcio e magnésio podem ser prejudiciais ao cafeeiro, comprometendo o crescimento das raízes superficiais e subsuperficiais. O solo do cerrado possui também um pH variando entre 4,0 e 5,0 (PEREIRA et al., 2007), enquanto a planta de café necessita, em geral, de um solo com pH entre 5,0 e 6,0, onde há uma proporção de K: Ca: Mg para 1: 12: 3, entre outras especificidades (GHEYSARI et al., 2017).

Segundo Silva et al. (2010), a fertilização do solo através da aplicação de corretivos agrícolas e fertilizantes, tanto de origem orgânica quanto mineral, aumenta a produtividade em até 50% (RONCHI et al., 2015), principalmente quando inclui os nutrientes básicos como nitrogênio, fósforo e potássio. O corretivo mais indicado para a correção da acidez do solo, especialmente em culturas perenes, como o café, é o calcário [adiciona cálcio (Ca), magnésio (Mg) ou ambos e eleva o pH; diminui a lixiviação de potássio (K)] e gesso [sulfato de cálcio diidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - fonte de cálcio e enxofre] (DAMATTA & RENA, 2002).

A gessagem, mesmo não corrigindo a acidez do solo (pois não corrige o pH) é importante, pois ajuda na redução do alumínio tóxico, carreando bases para as camadas mais profundas, aumentando também a porosidade do solo. A calagem eleva não somente o pH do solo como também os teores de Ca^{2+} , do Mg^{2+} além de neutralizar o Al^{3+} , porém ficam restritos aos locais que são aplicados ou em superfícies imediatamente abaixo delas (PAVINATO et al., 2017).

A uréia é uma das principais fontes de nitrogênio usadas no Brasil, possui alta solubilidade, apresenta baixa corrosividade e alta compatibilidade se comparando com outros fertilizantes, porém possui algumas desvantagens, dentre elas, alta perda por volatilização (MATIELLO et al., 2008). A adubação nitrogenada, em níveis adequados, na planta de café, pode ser benéfica para o seu metabolismo, crescimento vegetativo, formação dos botões florais, granação dos frutos e expansão da área foliar (PEREIRA et al., 2007).

Os macronutrientes são muito importantes para a planta do café. O potássio (K) e o fósforo (P) aumenta a sua energia, contribui na fotossíntese, crescimento da raiz, reprodução, respiração e circulação de seiva na planta. O magnésio (Mg) participa na constituição da clorofila, que influencia no processo fotossintético, além de contribuir no metabolismo energético relacionado ao transporte de fósforo e carboidrato na planta. O enxofre (S) tem participação no processo de composição das proteínas além de influenciar na síntese de clorofila e no sistema radicular.

Os micronutrientes como boro (B), zinco (Zn), Manganês (Mn) e cobre (Cu) também são fundamentais para manutenção do organismo, mesmo sendo necessárias pequenas quantidades. O boro (B) interfere no crescimento e no processo de fecundação das flores evitando abortamento e tem participação na divisão celular. O zinco (Zn) promove a catalisação na formação de hormônios responsáveis pelo crescimento da parte aérea do cafeeiro principalmente nas áreas mais novas da planta. O Manganês (Mg) ajuda a evitar problemas que afetam a folhagem do cafeeiro e o cobre (Cu) auxilia nos processos de crescimento e produção do cafeeiro.

Em anos de produtividade baixa, que os cafeeiros estão em formação de vegetação, o nitrogênio é um nutriente essencial, porém, em anos de produtividade alta, que eles formam os frutos, o potássio é fundamental (MATIELLO et al., 2008). Segundo os mesmos autores, não há muita variação da demanda de nutrientes por saca de café, de

acordo com a região, apenas diferem os níveis de produtividade. Para produção de uma saca de 60 Kg, a planta de café, na fase adulta, precisa para manutenção das suas atividades fisiológicas e produção, de aproximadamente 6,2 Kg de N, 0,6 Kg de P_2O_5 , 5,9 Kg de K_2O , 3,0 Kg de CaO, 1,9 Kg de MgO, 0,3 Kg de S, 110 g de Fe, 10 g de Mn e Zn, 8,8 g de Cu e 6,5 g de B (MATIELLO et al., 2008).

A fertirrigação em cafezais irrigados por sistemas pressurizados pode ser uma boa alternativa para aplicação de fertilizantes, especialmente da ureia (45% N) e o cloreto de potássio branco (60% K_2O) por serem mais solúveis (MAGIERO et al., 2017). De acordo Magiero et al., 2017, o uso de técnicas de correção do solo, como utilização de matéria orgânica, gessagem ou calagem, por exemplo, deve ser feito anterior à fertirrigação.

OBJETIVO

Avaliar trocas gasosas, crescimento e produtividade de genótipos de cafeeiros sob condições de irrigação via gotejamento, em Ceres - Goiás.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R.; GEERAERT, L.; BERECHA, G.; HUNDERA, K.; MUYS, B.; KORT, H. DE; HONNAY, O. Conserving wild Arabica coffee: Emerging threats and opportunities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.237, p.75–79, 2017. DOI: 10.1016/j.agee.2016.12.023.

AMARAL, J.A.T. do; RENA, A.B.; AMARAL, J.E.T. do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.377-384, 2006. DOI: 0.1590/S0100-204X2006000300002.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Estudo da ANA aponta em 45% potencial de expansão da irrigação no Brasil até 2030**. 2017. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/estudo-da-ana-aponta-em-45-potencial-de-expansao-da-irrigacao-no-brasil-ate-2030>>. Acesso: 12 jan. 2019.

ALVES, E.L.; PEREIRA, F.A.C.; DALCHIAVON, F.C. Potencial econômico da utilização de micro-terraceamento em lavouras de café: um estudo de caso. **Revista iPecege**, v.3, p.24, 2017. DOI: 10.22167/r.ipecege.2017.1.24.

ANTUNES, R.C; MANTOVANI, E.C; SOARES, A.R.; RENA, A.B.; BONOMO, R. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na região das vertentes de Minas Gerais-resultados de 1998/2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais**. Brasília: Embrapa Café; Minasplan, 2000. v.2, p. 823–827.

ARAUJO, W.L.; DIAS, P.C.; MORAES, G.A.B.K.; CELIN, E.F.; CUNHA, R.L.; BARROS, R.S.; DAMATTA, F.M. Limitations to photosynthesis in coffee leaves from different canopy positions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.46, p.884–890, 2008. DOI: 10.1016/j.plaphy.2008.05.005.

ASSIS, G.A. De; SCALCO, M.S.; GUIMARÃES, R.J.; COLOMBO, A.; DOMINGHETTI, A.W.; MATOS, N.M.S. De. Drip irrigation in coffee crop under different planting densities: Growth and yield in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.1116–1123, 2014. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1116-1123.

BALIZA, D.P.; CUNHA, R.L. da; CASTRO, E.M. De; BARBOSA, J.P.R.A.D.;

GOMES, R.A. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, v.7, p.250–258, 2012. DOI: 10.25186/cs.v7i3.347.

BATISTA, L.A.; GUIMARÃES, R.J.; PEREIRA, F.J.; CARVALHO, G.R.; CASTRO, E.M. De. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.475–481, 2010. DOI: 10.1590/S1806-66902010000300022.

BERGAMASCHI, Homero. **Fotoperiodismo**. Nota de aula, Agrometeorologia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/ Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL). Pelotas, RS, [200-?], 2009. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTkx> . Acesso em: 10 jan. 2019

BERGO, C.L.; MENDES, A.N.G. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de enraizamento de estacas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.392-398, 2000. DOI: 123501/1/1254.

BOAS, R.C.V.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; JUNIOR, J.A. de L.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.781–788, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000400018.

CALDAS, A.L.D.; LIMA, E.M. DE C.; REZENDE, F.C.; FARIA, M.A. DE; DIOTTO, A.V.; LEITE JÚNIOR, M.C.R. Produtividade E Qualidade De Café Cv. Travessia Em Resposta À Irrigação E Adubação Fosfatada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, p.2357–2365, 2018. DOI: 10.7127/rbai.v12n100727.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, p. 65 – 68, 2001. DOI: 10.1590/S0006-87052001000100008.

CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. **Relatório Mensal de Exportações** – dezembro de 2018. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

CHARBONNIER, F.; ROUPSARD, O.; MAIRE, G. Le; GUILLEMOT, J.; CASANOVES, F.; LACOINTE, A.; VAAST, P.; ALLINNE, C.; AUDEBERT, L.; CAMBOU, A.; CLÉMENT-VIDAL, A.; DEFRENET, E.; DUURSMA, R.A.; JARRI, L.; JOURDAN, C.; KHAC, E.; LEANDRO, P.; MEDLYN, B.E.; SAINT-ANDRÉ, L.; THALER, P.; MEERSCHKE, K. VAN DEN; BARQUERO AGUILAR, A.; LEHNER, P.; DREYER, E. Increased light-use efficiency sustains net primary productivity of shaded coffee plants in agroforestry system. **Plant Cell and Environment**, v.40, p.1592–1608, 2017. DOI: 10.1111/pce.12964.

CHEMURA, A.; MUTANGA, O.; DUBE, T. Remote sensing leaf water stress in coffee (*Coffea arabica*) using secondary effects of water absorption and random forests. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v.100, p.317-324, 2017. DOI:

10.1016/j.pce.2017.02.011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – quarto levantamento**. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes>> v.5, p.1-84, 2018. DOI: ISSN 2318-7913.

COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L.; GONTIJO, I.; ZUCOLOTO, M. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.1006–1016, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001100003.

CRAPARO, A.C.W.; ASTEN, P.J.A. Van; LÄDERACH, P.; JASSOGNE, L.T.P.; GRAB, S.W. *Coffea arabica* yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.207, p.1–10, 2015. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.03.005.

CUSTÓDIO, A.A. de P.; LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C.; CUNHA, T. P. L.; FILHO, A. C. de A. C.; BARBOSA, J. C. Coffee productive and vegetative traits characteristics under different deletions of irrigation and side exposure to sun. **Coffee Science**, v.8, n.4, p.411-422, 2014. DOI: 10.25186/cs.v8i4.483.

DAMATTA, F.M.; RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. IN: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., Poços de Caldas, 2002. **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 9-44. DOI: 12345678/526.

DAMATTA, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v.86, p.99–114, 2004. DOI: 10.1016/j.fcr.2003.09.001.

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**, v.18, p.55–81, 2006. DOI: 10.1590/S1677-04202006000100006.

DAMATTA, F.M.; GRANDIS, A.; ARENQUE, B.C.; BUCKERIDGE, M.S. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. **Food Research International**, v.43, p.1814–1823, 2010. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.11.001.

DAMATTA, F.M.; GODOY, A.G.; MENEZES-SILVA, P.E.; MARTINS, S.C.V.; SANGLARD, L.M.V.P.; MORAIS, L.E.; TORRE-NETO, A.; GHINI, R. Sustained enhancement of photosynthesis in coffee trees grown under free-air CO₂ enrichment conditions: disentangling the contributions of stomatal, mesophyll, and biochemical limitations. **Journal of Experimental Botany**, v.67, p.341–352, 2016. DOI: 10.1093/jxb/erv463.

DAMATTA, F.M.; AVILA, R.T.; CARDOSO, A.A.; MARTINS, S.C.V.; RAMALHO, J.C. Physiological and Agronomic Performance of the Coffee Crop in the Context of Climate Change and Global Warming: A Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.66, p.5264–5274, 2018. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b04537.

DAVIS, A.P.; GOLE, T.W.; BAENA, S.; MOAT, J. The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and Identifying

Priorities. **PLOS ONE**, v.7, p.e47981, 2012. DOI: 10.1371/journal.pone.0047981.

DENOEUDE, F.; CARRETERO-PAULET, L.; DEREPPER, A.; DROC, G.; GUYOT, R.; PIETRELLA, M.; ZHENG, C.; ALBERTI, A.; ANTHONY, F.; APREA, G.; AURY, J.M.; BENTO, P.; BERNARD, M.; BOCS, S.; CAMPA, C.; CENCI, A.; COMBES, M.C.; CROUZILLAT, D.; SILVA, C. DA; DADDIEGO, L.; BELLIS, F. DE; DUSSERT, S.; GARSMEUR, O.; GAYRAUD, T.; GUIGNON, V.; JAHN, K.; JAMILLOUX, V.; JOËT, T.; LABADIE, K.; LAN, T.; LECLERCQ, J.; LEPELLEY, M.; LEROY, T.; LI, L.T.; LIBRADO, P.; LOPEZ, L.; MUÑOZ, A.; NOEL, B.; PALLAVICINI, A.; PERROTTA, G.; PONCET, V.; POT, D.; PRIYONO; RIGOREAU, M.; ROUARD, M.; ROZAS, J.; TRANCHANT-DUBREUIL, C.; VANBUREN, R.; ZHANG, Q.; ANDRADE, A.C.; ARGOUT, X.; BERTRAND, B.; KOCHKO, A. DE; GRAZIOSI, G.; HENRY, R.J.; JAYARAMA; MING, R.; NAGAI, C.; ROUNSLEY, S.; SANKOFF, D.; GIULIANO, G.; ALBERT, V.A.; WINCKER, P.; LASHERMES, P. The coffee genome provides insight into the convergent evolution of caffeine biosynthesis. **Science**, v.345, p.1181–1184, 2014. DOI: 10.1126/science.1255274.

DURAN-ROS, M.; PUIG-BARGUÉS, J.; ARBAT, G.; BARRAGÁN, J.; RAMÍREZ DE CARTAGENA, F. Performance and backwashing efficiency of disc and screen filters in microirrigation systems. **Biosystems Engineering**, v.103, p.35–42, 2009. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2009.01.017.

FERNANDES, A.L.T.; PARTELLI, F.L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agricultural Research in the Tropics). v.42, 2012. DOI: 10.1590/S1983-40632012000200015.

FREDERICO, S. Circuito espacial produtivo do café e o jogo de escalas. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 37 – 48, 2014. DOI: 10.4215/RM2014.1301.0003.

GHEYSARI, M.; SADEGHI, S.H.; LOESCHER, H.W.; AMIRI, S.; ZAREIAN, M.J.; MAJIDI, M.M.; ASGARINIA, P.; PAYERO, J.O. Comparison of deficit irrigation management strategies on root, plant growth and biomass productivity of silage maize. **Agricultural Water Management**, v.182, p.126–138, 2017. DOI: 10.1016/j.agwat.2016.12.014.

GOMES, E.A.; ROLAND, C.E.F. Irrigacafé: Construção e análise de um sistema de aquisição de dados para controlar irrigações e medição de uso e consumo de água na irrigação cafeeira. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, v. 9, p. 28-59, 2018. Disponível em: <http://periódicos.unifacef.com.br/index.php/resiget/issue/view/157>. Acesso em: 15 jun.2019.

GOMES, I.A.C.; CASTRO, E.M. de; SOARES, A.M.; ALVES, J.D.; ALVARENGA, M.I.N.; ALVES, E.; BARBOSA, J.P.R.A.D.; FRIES, D.D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v.38, p.109-115, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000100018.

GUEDES, F.A. De F.; NOBRES, P.; RODRIGUES FERREIRA, D.C.; MENEZES-SILVA, P.E.; RIBEIRO-ALVES, M.; CORREA, R.L.; DAMATTA, F.M.; ALVES-FERREIRA, M. Transcriptional memory contributes to drought tolerance in coffee

(*Coffea canephora*) plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.147, p.220–233, 2018. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2017.12.004.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. de. Irrigação do Cafeeiro no Cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização de florada. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2005. 4p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 122).

HEIN, L.; GATZWEILER, F. The economic value of coffee (*Coffea arabica*) genetic resources. **Ecological Economics**, v.60, p.176–185, 2006. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 29, n. 6, p. 1-81, jun. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Estações automáticas: gráficos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 08 dez 2018.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B. Dos S.; BENASSI, M. De T. Bioactive compounds content in roasted coffee from traditional and modern *Coffea arabica* cultivars grown under the same edapho-climatic conditions. **Food Research International**, v.61, p.61–66, 2014. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.04.031.

LIMA JUNIOR, É. de C.; ALVARENGA, A. A de; CASTRO, E. M. de; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. de. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35 n. 5, p. 1092-1097, 2005. DOI: 10.1590/S0103-84782005000500016.

LIU, X.; LI, F.; ZHANG, Y.; YANG, Q. Effects of deficit irrigation on yield and nutritional quality of Arabica coffee (*Coffea arabica*) under different N rates in dry and hot region of southwest China. **Agricultural Water Management**, v.172, p.1–8, 2016. DOI: 10.1016/j.agwat.2016.04.007.

MAGIERO, M.; BONOMO, R.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, J.M. de. Crescimento vegetativo do cafeeiro Conilon fertirrigado com diferentes parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista AgroAmbiente On-line**, v.11, p.31-39, 2017. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v11i1.3336.

MARTINS, C.C.; SOARES, A.A.; BUSATO, C.; FIALHO, E. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, p.61–69, 2007. DOI:

ISSN: 1981-3163.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. **Adubação racional da lavoura cafeeira**. Varginha: Bom Pastor, 2008. 114 p.

MEIRELES, E.J.L.; CAMARGO, M.B.P. DE; PEZZOPANE, J.R.M.; THOMAZIELLO, R.A.; FAHL, J.I.; BARDIN, L.; SANTOS, J.C.F.; JAPIASSÚ, L.B.; GARCIA, A.W.; MIGUEL, A.E.; FERREIRA, R.A. Fenologia do Cafeeiro: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola 2004-2005. **Embrapa Informação Tecnológica** p.128, 2009. DOI: ISSN: 1678-1694.

MENDONÇA, R.F. De; RODRIGUES, W.N.; MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A. Abordagem Sobre a Bionalidade de Produção em Plantas de Café. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.7, p.1–9, 2011.

MINIUSSI, M.; TERRA, L. Del; SAVI, T.; PALLAVICINI, A.; NARDINI, A. Aquaporins in *Coffea arabica* L.: Identification, expression, and impacts on plant water relations and hydraulics. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.95, p.92–102, 2015. DOI: 10.1016/j.plaphy.2015.07.024.

MOURA, W. De M.; LIMA, P.C. DE; LOPES, V.S.; CARVALHO, C.F.M. De; CRUZ, C.D.; OLIVEIRA, A.M.C. E. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de café no cultivo orgânico em Minas Gerais. **Ciência Rural**, v.44, p.1936–1942, 2014. DOI: 10.1590/0103-8478cr20130233.

NAGASHIMA, G.T.; OLIVEIRA, C.M.G. De; SERA, G.H.; SERA, T.; ROSISCA, J.R.; SANTANA, F.J. de C.; ROCHA, L.M.; SATORI, A.V. de S. *Coffea racemosa* e genótipos de café arábica com genes de *Coffea racemosa*, *C. liberica* e *C. canephora* submetidos ao déficit hídrico. In: IX SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL,9., Curitiba-PR, 2015. **Anais**. Curitiba: SPCB, 2015. P.1-6. DOI: 123456789/3631.

NASCIMENTO, M. N.; ALVES, J.D.; SOARES, A.M.; CASTRO, E.M. de; MAGALHÃES, M.M.; ALVARENGA, G.H.S. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiro associadas a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, v. 38, p.1300-1307, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000500015.

OVALLE-RIVERA, O.; LÄDERACH, P.; BUNN, C.; OBERSTEINER, M.; SCHROTH, G. Projected shifts in *Coffea arabica* suitability among major global producing regions due to climate change. **PLOS ONE**, v.10, p.1–13, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0124155.

PAVINATO, P. S.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 1.ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.

PEREIRA, A.R.; CARVALHO, S.P. De; PASQUAL, M.; SANTOS, F.C. Embriogênese somática direta em explantes foliares de *Coffea arabica* L. cv. acaia cerrado: efeito de cinetina e ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.332–336, 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000200010.

PEREIRA, W.R.; FILHO, J.A.M.; SILVA, J.R. da FIGUEIREDO, F.A.M.M. de A.; FERRAZ, T.M.; SOUZA, L.; BEZERRA, L.B. da S.; ABREU, D.P. de; BERNADO, W. de P.; PASSOS, L.C.; SOUSA, E.F. de; GLENN, D.M.; RAMALHO, J.C.; CAMPOSTRINI, E. Whole-canopy gas exchanges in *Coffea* sp. is affected by supra-optimal temperature and light distribution within the canopy: The insights from an improved multi-chamber system. **Scientia Horticulturae**, v.211, p.194–202, 2016. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.08.022.

RAMALHO, J.C.; FORTUNATO, A.S.; RODRIGUES, A.P.; MARTINS, M.Q.; RODRIGUES, W.P.; COLWELL, F.; SEMEDO, J.N.; PAIS, I.P.; BATISTA-SANTOS, P.; LEITÃO, A.E.; PARTELLI, F.L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A.I.; LIDON, F.C.; DAMATTA, F.M. Can Enhanced CO₂ Help to Mitigate the Global Warming Impact in the Tropical Coffee Plant? **Procedia Environmental Sciences**, v.29, p.284–285, 2015. DOI: 10.1016/j.proenv.2015.07.215.

RODRIGUES, W.P.; VIEIRA, H.D.; BARBOSA, D.H.S.G.; VITTORAZZI, C. Growth and yield of *Coffea arabica* L. in Northwest Fluminense: 2nd harvest. **Revista Ceres**, v.59, p.809–815, 2012. DOI: 10.1590/S0034-737X2012000600011.

RODRIGUES, W.P.; SILVA, J.R.; FERREIRA, L.S.; FILHO, J.A.M.H.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; FERRAZ, T.M.; BERNADO, W.P.; BEZERRA, L.B.S.; ABREU, D.P. DE; CESPOM, L.; RAMALHO, J.C.; CAMPOSTRINI, E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. **Crop and Pasture Science**, v.69, p.317–325, 2018. DOI: 10.1071/CP17044.

RONCHI, C.P.; ARAÚJO, F.C. De; ALMEIDA, W.L. De; SILVA, M.A.A. Da; MAGALHÃES, C.E. De O.; OLIVEIRA, L.B. De; DRUMOND, L.C.D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao deficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.24–32, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000100003.

SAKAI, E.; BARBOSA, E.A.A.; SILVEIRA, J.M. De C.; PIRES, R.C. De M. Coffee productivity and root systems in cultivation schemes with different population arrangements and with and without drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.148, p.16–23, 2015. DOI: 10.1016/j.agwat.2014.08.020.

SCHEEL, G.L.; Pauli, E.D.; RAKOCEVIC, M.; BRUNS, R.E.; SCARMINIO, I.S. Environmental stress evaluation of *Coffea arabica* L. leaves from spectrophotometric fingerprints by PCA and OSC-PLS-DA. **Arabian Journal of Chemistry**, p.7, 2016. DOI: 10.1016/j.arabjc.2016.05.014.

RODRIGUES, W.P.; MARTINS, M.Q.; MARTINS, L.D.; CAMPOSTRINI, E.; PARTELLI, F.L.; TOMAZ, M.A.; SEMEDO, J.N.; FORTUNATO, A.S.; COLWELL, F.; PAIS, I.P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; SIMÕES-COSTA, M.C.; RODRIGUES, A.P.; LEITÃO, A.E.; RIBEIRO-BARROS, A.I.; GHINI, R.; LIDON, F.C.; DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.C. Interação entre os aumentos da [CO₂] e da temperatura sobre o metabolismo fotossintético em *Coffea arabica* L. In: IX SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., Curitiba-PR, 2015. **Anais**. Curitiba: SPCB, 2015. P.1-6. DOI: 123456789/3508.

SEMEDO, J.E.N.; RODRIGUES, W.P.; DUBBERSTEIN, D.; MARTINS, M.Q.; MARTINS, L.D.; PAIS, I.P.; RODRIGUES, A.P.; LEITÃO, A.; PARTELLI, F.L.; CAMPOSTRINI, E.; TOMAZ, M.A.; REBOREDO, F.; CAMPOS, P.S.; RIBEIRO, A.I.; LIDON, F.C.; DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.C. Coffee responses to drought, warming and high [CO₂] in a context of future climate change scenarios. In: ALVES F.; LEAL FILHO W.; AZEITEIRO U. (eds) **Theory and Practice of Climate adaptation**. Climate Change Management. Springer: Cham, 2018.

SILVA, L. da; MARCHIORI, P.E.R.; MACIEL, C.P.; MACHADO, E.C.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.965–972, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000900005.

SILVA, V.A.; MACHADO, J.L.; REZENDE, J.C. De; OLIVEIRA, A.L. DE; FIGUEIREDO, U.J. De; CARVALHO, G.R.; FERRÃO, M.A.G.; GUIMARÃES, R.J. Adaptability, stability, and genetic divergence of conilon coffee in Alto Suaçuí, Minas Gerais, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.25–31, 2017. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1a4.

SILVEIRA, H.R. De O. Excesso de água em mudas de café (*Coffea arabica* L.): efeitos fisiológicos e anatômicos. Lavras – MG: UFLA, 2014. 78 p. Dissertação Mestrado.

SOUZA, A.J. De J.; GUIMARÃES, R.J.; COLOMBO, A.; SANT'ANA, J.A. Do V.; CASTANHEIRA, D.T. Quantitative analysis of growth in coffee plants cultivated with a water-retaining polymer in an irrigated system. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.162–171, 2016. DOI: 10.5935/1806-6690.20160019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954 p.

WANG, N.; JASSOGNE, L.; ASTEN, P.J.A. VAN; MUKASA, D.; WANYAMA, I.; KAGEZI, G.; GILLER, K.E. Evaluating coffee yield gaps and important biotic, abiotic, and management factors limiting coffee production in Uganda. **European Journal of Agronomy**, v.63, p.1–11, 2015. DOI: 10.1016/j.eja.2014.11.003.

4 CAPÍTULO I - TROCAS GASOSAS EM DIFENTES FASES FENOLÓGICAS DE CAFEEIROS (*Coffea arabica*) IRRIGADOS EM CERES - GOIÁS

(Normas de acordo com a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB)

RESUMO

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, Junho de 2019. **Trocas gasosas em diferentes fases fenológicas de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás.** Orientador: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

A análise de trocas gasosas é uma importante ferramenta para determinar a adaptação de plantas aos ambientes. Avaliou-se as trocas gasosas em cinco fases fenológicas, em três genótipos de café arábica, irrigados, via gotejamento, em Ceres - Goiás. Conduziu-se um experimento no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, entre janeiro e agosto de 2018, em parcelas subdivididas, blocos casualizados e três repetições. As cinco fases fenológicas (formação do fruto, enchimento do fruto, maturação, após a colheita e fase vegetativa) foram as parcelas e os três genótipos (Sarchimor MG 8840, Catucaí Amarelo 2SL e IBC – Palma 2) as subparcelas. Foram realizadas leituras em três horários do dia (entre 9 e 10h; 12 e 13h e 15 e 16h). Determinou-se temperatura do ar e da folha, radiação fotossinteticamente ativa, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor. As fases fenológicas de cafeeiros irrigados e submetidos ao estresse hídrico para induzir a uniformidade na floração, coincidem nas diversas estações do ano, comprometendo as trocas gasosas em fases fenológicas determinadoras da produtividade. A fase de enchimento do fruto apresentou maior eficiência fotossintética, nos três horários avaliados. Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior eficiência

fotossintética, entre 12 e 13 horas. Observa-se sinais de fotoinibição em função dos horários avaliados de acordo com a temperatura foliar e radiação.

Palavras-chave: fotossíntese, produtividade, adaptabilidade, genótipos.

ABSTRACT

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, June - 2019. **Gaseous exchanges in different phenological phases of coffee trees (*Coffea arabica*) irrigated in Ceres - Goiás.** Advisor: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

The gas exchange analysis is an important tool to determine the adaptation of plants to the environments. The gaseous changes in five phenological phases were evaluated in three irrigated drip irrigated arabica coffee genotypes in Ceres - Goiás. An experiment was conducted at the Goiano Federal Institute - Campus Ceres, between January and August 2018, in plots subdivided, randomized blocks and three replicates. Five plots and three genotypes (Sarchimor MG 8840, Catucaí Amarelo 2SL and IBC - Palma 2) were the five phenotypes (fruit formation, fruit filling, maturation, after harvest and vegetative phase). Readings were taken at three times a day (between 9 and 10h, 12 and 13h and 15h and 16h). Air and leaf temperature, photosynthetically active radiation, liquid photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, and vapor pressure deficit were determined. The phenological phases of coffee trees irrigated and submitted to water stress to induce uniformity in flowering, coincide in the different seasons of the year, compromising the gas exchange in phenological phases that determine productivity. The fruit filling phase presented higher photosynthetic efficiency, in the three evaluated schedules. Catucaí Amarelo 2SL presented higher photosynthetic efficiency, between 12 and 13 hours. Signs of photoinhibition are observed according to the times evaluated according to leaf temperature and radiation.

Key words: photosynthesis, productivity, adaptability, genotypes.

4.1 INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos agrícolas mais comercializados em todo o mundo. É considerada uma cultura com grandes impactos sociais e econômicos em cerca de 80 países situados em zonas tropicais, sendo aproximadamente 99% das lavouras formadas pelos gêneros *Coffea arabica* L. e *C. canefora* Pierre ex A. Froehner (RODRIGUES et al., 2018). A safra 2018 do café arábica, no Brasil, foi de 61,7 milhões de sacas beneficiadas e em Goiás com a cafeicultura está em expansão, 195,4 mil sacas beneficiadas (CONAB, 2018).

O cafeeiro possui grande adaptabilidade, porém, pode apresentar alterações fisiológicas, bioquímicas ou morfológicas, de acordo com as características edafoclimáticas da região em que está plantado (LIMA JUNIOR et al., 2005; FERREIRA et al., 2013). As condições favoráveis à cultura, associadas a práticas adequadas à lavoura, a nutrição, o manejo fitossanitário, o monitoramento meteorológico e a gestão hídrica são fatores essenciais para assegurar a produtividade (KITZBERGER et al., 2014).

Os melhoristas têm o desafio de selecionar genótipos que se adaptem a diversos cenários, apresentem bom rendimento, mantenham a boa qualidade, sejam resistentes a pragas e doenças e que possam suportar o déficit hídrico (OVALLE-RIVERA et al., 2015). O déficit hídrico é considerado um dos principais fatores limitantes para o crescimento, desenvolvimento e produção do cafeeiro, seja ele causado pela seca ou por variações na precipitação que, concomitante a elevadas temperaturas, pode provocar danos irreversíveis (SAKAI et al., 2015; GUEDES et al., 2017). Até mesmo em regiões propícias ao cultivo de café, a irrigação se torna importante, pois as fases de estiagem prolongada também podem afetar a produtividade, se coincidir com os períodos da maior demanda de água pela planta.

As plantas possuem a capacidade de assimilação de carbono atmosférico através da fotossíntese e produção de compostos de carbono. O CO₂ atmosférico aumentou significativamente nos últimos tempos, passando de 280 ppm na era pré-industrial para aproximadamente 400 ppm, atualmente (DAMATTA et al., 2016; NOAA, 2017). Algumas alterações podem ocorrer no processo fisiológico, refletindo na produtividade da planta.

O crescimento e a produtividade do cafeeiro podem ser diretamente associados a fatores ambientais. Devido às estimativas de mudanças climáticas globais, as plantas precisam se adaptar (CHARBONNIER et al., 2017). Aumentos em temperatura e emissão de CO₂, podem ser prejudiciais para muitas culturas (RODRIGUES et al., 2018). É relevante, portanto, estudos acerca do desenvolvimento desta cultura em regiões menos tradicionais, como o Cerrado, no Centro-Oeste do país, bem como a seleção de genótipos mais adaptáveis às condições edafoclimáticas dessas regiões.

Uma ferramenta importante para determinar a adaptação de plantas a diferentes ambientes é a análise de trocas gasosas em diferentes horários do dia, pois há variações nos processos fisiológicos da planta, no decorrer do dia (SOUZA et al., 2016). É possível que a diminuição da atividade fotossintética esteja relacionada com a redução da produtividade das plantas, influenciada pelas condições edafoclimáticas do ambiente onde está sendo cultivada (SOUZA et al., 2016).

Durante as diferentes fases fenológicas do cafeeiro, ocorre variação na relação fonte-dreno (MENDONÇA et al., 2011). Como no cafeeiro as fases reprodutiva do ano corrente e vegetativa para o ano seguinte são simultâneas, a planta tende a balancear a partição de fotoassimilados, porém, na fase do enchimento do fruto, pode aumentar essa produção, para o suprimento de demandas e controle da fonte-dreno (CHAVES FILHO & OLIVEIRA, 2008). Mendonça et al. (2011) afirmam que os frutos em crescimento são drenos preferenciais por fotossintetizados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as trocas gasosas em diferentes fases fenológicas de três genótipos de café arábica, sob condições de irrigação via gotejamento, em Ceres - Goiás.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, no Vale de São Patrício, Centro Goiano, na cidade de Ceres – GO, em abril de 2015, no entanto, este estudo foi conduzido de janeiro a agosto de 2018, ocasião da segunda safra. A área experimental possui latitude Sul 15°21'00.67", longitude Oeste 49°35'56.98", altitude aproximada de 570 m. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2013). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw, quente e semiúmido com estação bem definida, de maio a setembro. A temperatura média anual é de 27,7°C, com médias mínimas e máximas de 19,0 e 36,4°C, respectivamente, e precipitação anual de aproximadamente 1.601 mm.

As propriedades químicas e físicas do solo na área experimental no plantio das mudas dos cafeeiros foram: 37,7% de areia, 8,3% de silte e 54,0% de argila; pH (em água) = 5,80; M.O = 20,30 gdm⁻³ (colorimétrico); P = 12,8 mg dm⁻³; K = 0,2 cmolc dm⁻³; Ca = 3,0 cmolc dm⁻³; Mg = 1,80 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,70 cmolc dm⁻³ (tampão SMP a pH 7,5); e V = 65,7%.

A adubação de manutenção foi feita segundo a recomendação da 5ª aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999). No dia 02/09/2017 foi realizada adubação fosfatada (Supersimples): 150 Kg de P₂O₅ = 750 kg de superfosfato simples = 394 g de adubo por planta. No dia 22/09/2017 foi realizado a primeira parcela de adubação nitrogenada (Sulfato de amônio) e potássica (cloreto de potássio). A segunda parcela, foi no dia 06/10/2017 e a terceira, no dia 20/10/2017. Foram 130 kg de N = 650 kg de sulfato de amônio = 217 kg de sulfato de amônio por aplicação, o que equivale a 114 g de adubo por planta, em cada aplicação. Aplicou 100 kg de K₂O = 170 kg de KCl = 57 kg de KCl por aplicação, que corresponde a 30 g de KCl por planta, em cada aplicação.

O controle das pragas e doenças foi por meio de monitoramento constante, conforme a necessidade da cultura. Na entrelinha do cafezal foi plantada *Brachiaria (Urochloa decumbens)*, com roçagens de acordo com o crescimento da *Brachiaria* (ROCHA et al., 2016). As plantas daninhas foram controladas ao longo da linha de plantio, também com roçagens periódicas.

A irrigação foi do tipo localizada por gotejamento, constituída por linhas laterais simples de polietileno de 16 mm e emissores autocompensantes, com vazão de $2,2 \text{ L h}^{-1}$, espaçados 0,5 m entre si. O cafezal foi irrigado três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras). Através do Tanque Classe A, estimou-se a evapotranspiração de referência (ET_o), segundo o modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

A lâmina aplicada foi a mesma para todas as parcelas e calculada em função da evapotranspiração de referência (ET_o) acumulada, do tanque Classe A, localizado na estação meteorológica do próprio instituto. Essa lâmina d'água foi calculada utilizando um Coeficiente de Cultura (K_c) igual a 1 [lavoura nova (1 a 3 anos) e espaçamento 2 – $3,6 \times 0,5 - 1,0$] (OLIVEIRA et al., 2007).

Os valores de temperaturas máxima, média e mínima durante o período do experimento estão apresentados na Figura 01, assim como a indicação (setas) das datas das leituras das trocas gasosas nas cinco fases fenológicas. A leitura das trocas gasosas na fase da formação do fruto foi no dia 10 de janeiro de 2018. No enchimento do fruto, dia 16 de março de 2018. Na maturação, dia 26 de maio de 2018. Após a colheita, dia 19 de julho de 2018. Na fase vegetativa, dia 18 de agosto de 2018.

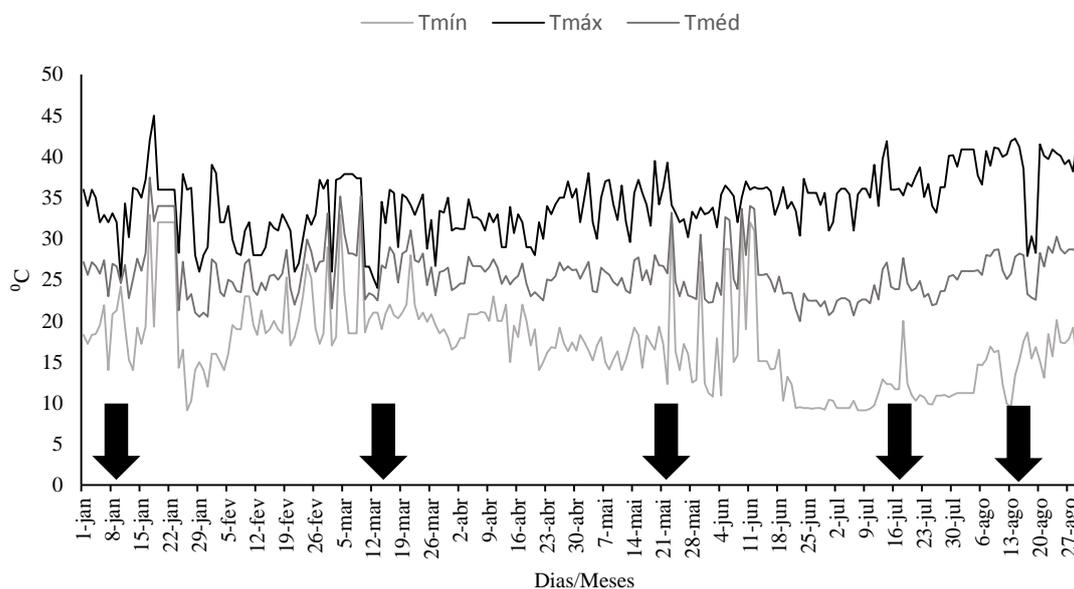


Figura 01. Valores de temperatura máxima, média e mínima do município de Ceres – GO, de 01 de janeiro a 31 de agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, em blocos casualizados e três repetições. Cada parcela com 10 plantas, cujo espaçamento foi de $3,50 \times 0,75$

metros. As cinco fases fenológicas (formação do fruto, enchimento do fruto, maturação, após a colheita e vegetativa) foram as parcelas e os três genótipos (Sarchimor MG 8840, Catucaí Amarelo 2SL e IBC – Palma 2) as subparcelas. A escolha desses três genótipos foi porque eles apresentaram a maior, média e menor produtividade, respectivamente, na safra anterior (primeira safra).

As leituras das trocas gasosas foram realizadas em dias com céu claro, sem muitas nuvens, em folhas completamente expandidas, de ramos plagiotrópicos do lado norte da planta, do terço médio da planta, exposta ao sol, utilizando analisador de gás infravermelho, IRGA, portátil, modelo CI – 340.

Foram realizadas leituras entre 9 – 10h; 12 – 13h; e entre 15 e 16h, em três plantas por tratamento. Em cada horário, determinou-se temperatura do ar e da folha ($^{\circ}\text{C}$), radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e déficit de pressão de vapor (kPa).

Os valores do fotoperíodo estão apresentados na Figura 02, da umidade relativa do ar do município de Ceres – GO, na Figura 03. Os valores da precipitação pluviométrica, ocorrida no IF Goiano – Campus Ceres, com base nos dados da Estação Meteorológica do IF Goiano – Campus Ceres, estão expressos na Figura 04.

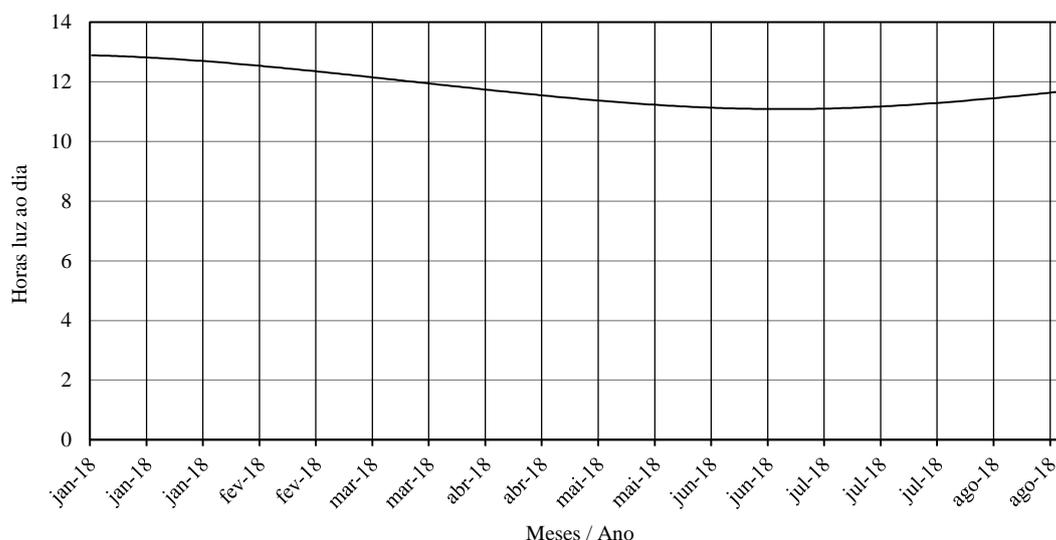


Figura 02. Fotoperíodo registrado durante a condução dos experimentos, no período de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação de Anápolis – GO, INMET (2018).

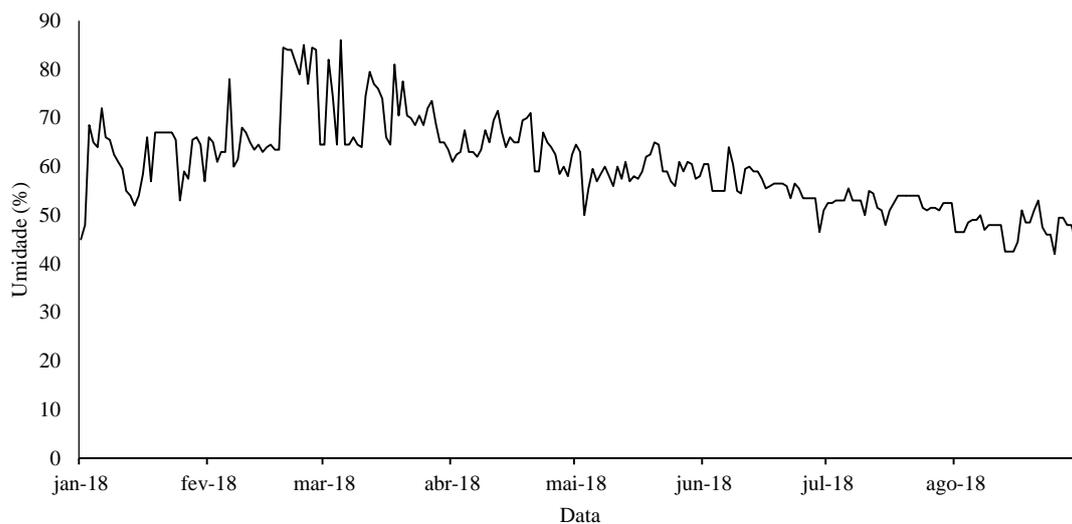


Figura 03. Umidade Relativa do Ar registrada de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).

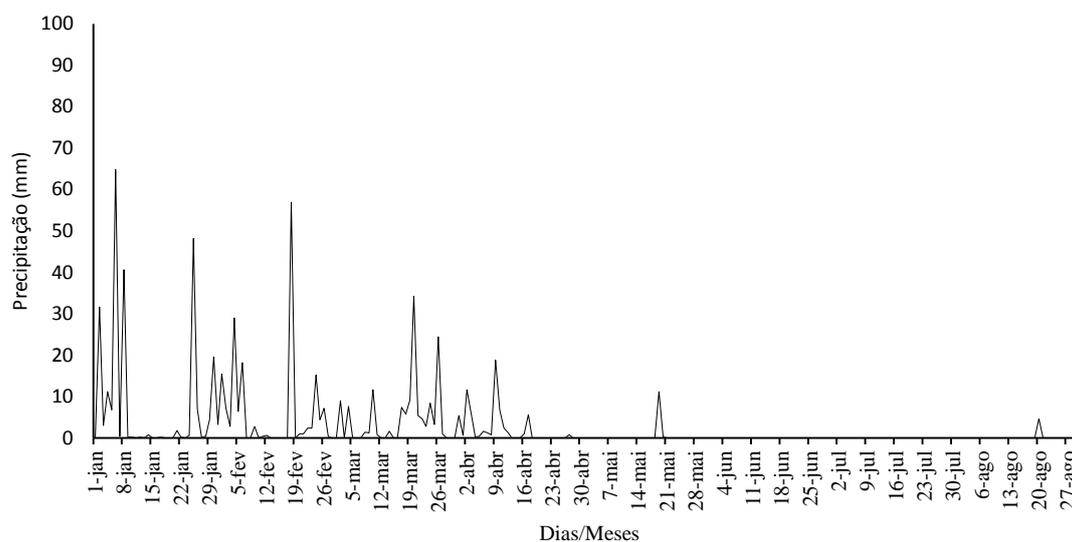


Figura 04. Precipitação Pluviométrica registrada de janeiro a agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).

Para uniformizar a floração foi adotado o manejo do estresse hídrico, suspendendo a irrigação entre 18/06/2018 a 20/08/2018 (63 dias), conforme recomendado por GUERRA et al., (2005) e RONCHI et al., (2015).

Valores das leituras diárias da evapotranspiração do Tanque Classe A do IF Goiano – Campus Ceres de janeiro a agosto de 2018 estão expressos da Figura 05.

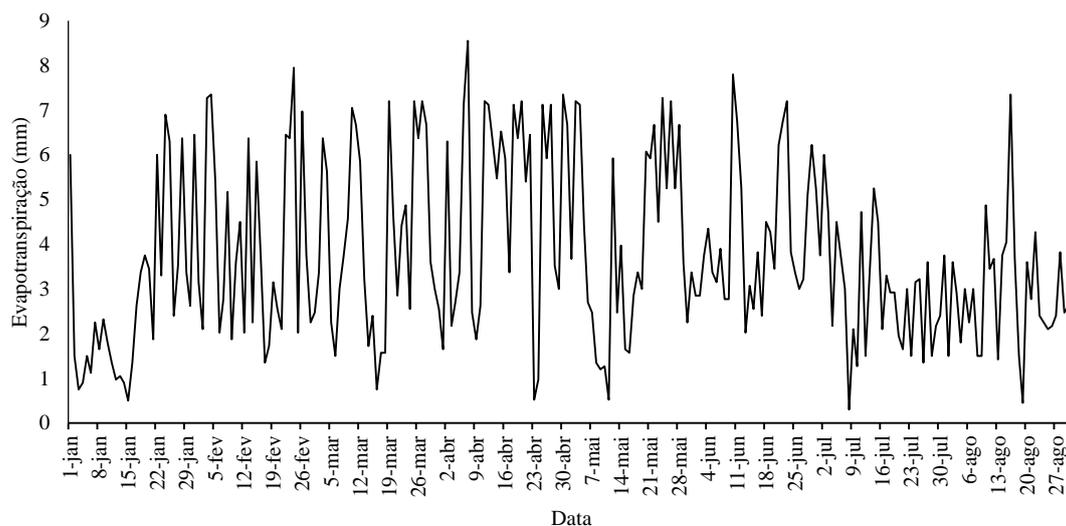


Figura 05. Evapotranspiração pelo tanque Classe A de 01 de janeiro a 31 de agosto de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (2018).

A lâmina d'água foi calculada em função de frações da evapotranspiração de referência (ET_o) do tanque Classe A, localizado na estação meteorológica do próprio Instituto e estão apresentadas na Figura 06.

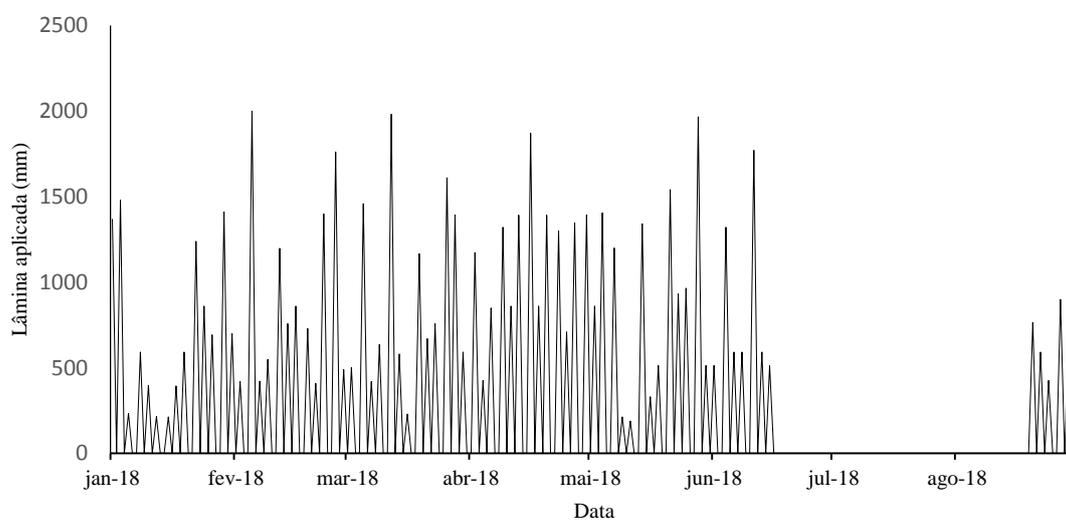


Figura 06. Lâmina d'água aplicada no experimento nos meses de janeiro a agosto de 2018.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos a análise de variância, através do teste F, utilizando-se o programa SISVAR e a comparação de médias foram realizadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trocas gasosas em cafeeiros entre 9 e 10h

A temperatura média do ar nesse horário, a radiação fotossinteticamente ativa e a média da umidade relativa do ar, durante as fases fenológicas, foram, respectivamente: formação do fruto (40,33°C, 2.038,42 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 59,22%), enchimento do fruto (35,28°C, 1.580,74 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 69,5%), maturação (21,86°C, 51,88 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 62,47%), após a colheita (21,09°C, 37,15 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 54,42%) e vegetativa (29,29°C, 523,85 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 47,31%).

Houve uma grande variação na radiação solar durante o experimento. As fases de formação e enchimento do fruto apresentaram valores de radiação fotossinteticamente ativa acima de 1.500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, que podem ser relacionados às características típicas de verão, como dias com maior exposição ao sol e com a temperatura média do ar acima de 35°C. Durante as fases da maturação e após a colheita, a radiação fotossinteticamente ativa esteve entre 37 e 52 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, a temperatura média do ar aproximadamente 21°C e a umidade relativa do ar apresentava valores entre 50 e 65%. Pode-se ainda associar às estações de outono e inverno que, em dias curtos, às nove horas, há naturalmente, menor radiação.

A fotossíntese variou entre as fases fenológicas. No enchimento do fruto foram obtidos valores de fotossíntese, variando de 9,79 a 11,94 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Não observou diferença entre os genótipos (Figura 07). A radiação fotossinteticamente ativa, estava cerca de 1.500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e temperatura média do ar nesse horário, aproximadamente, 35°C. As condições climáticas durante o enchimento do fruto, comparadas com as condições das demais fases, estiveram acima das consideradas ideais para o cultivo do café. Porém, mesmo nestas circunstâncias, durante o enchimento do fruto, houve maior eficiência fotossintética, comparando-a com o desempenho fotossintético nas demais fases. Nessa fase, foram obtidos valores de condutância estomática variando entre 112 e 192 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 08), temperatura foliar aproximada em 38°C e déficit de pressão de vapor, cerca de 3 kPa (Tabela 01).

Laviola et al., (2007) ressaltam que no enchimento dos frutos ocorrem picos de exigência em fotoassimilados devido à alta demanda de mais CO_2 fixado, para produção

de glicose e controle da fonte-dreno, onde os frutos são considerados os drenos preferenciais de fotoassimilados. Diante do aumento da carga pendente, a planta eleva também a produção de fotossintetizados, para o enchimento do fruto (MENDONÇA et al., 2011). Morais et al. (2003) relatam que nas fases de floração e frutificação, as plantas aumentam sua capacidade fotossintética, porém, após a remoção dos frutos, essa capacidade diminui, em função da redução da atividade fotossintética.

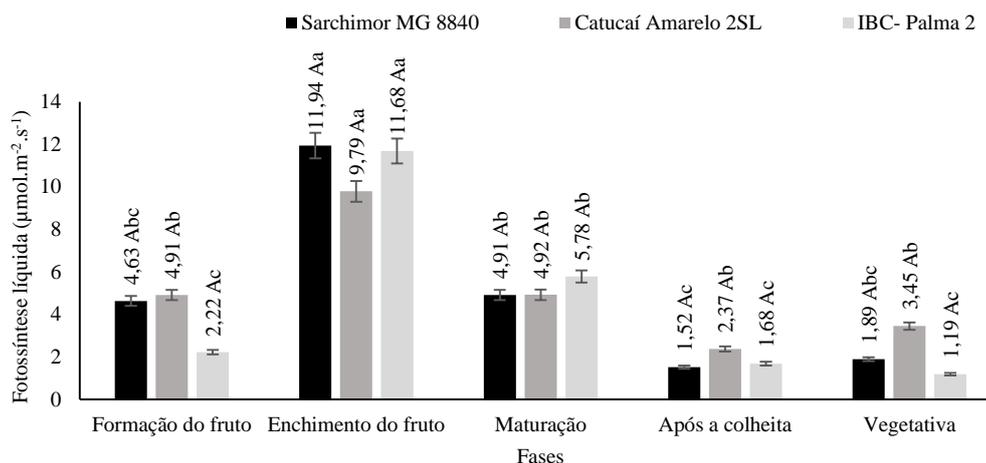


Figura 07- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Chaves Filho & Oliveira (2008) afirmam que existe uma clara relação entre tecidos fonte-dreno e a fase reprodutiva na planta do café. Segundo Rena & Maestri (2000), os frutos são drenos principais da planta mesmo diante de um possível comprometimento da integridade fisiológica do cafeeiro. Este fato se deve à realocação, pela planta, a fim de produzir frutos e, principalmente, sementes, para a perpetuação da espécie (CHAVES FILHO & OLIVEIRA, 2008). Portanto, o direcionamento das reservas metabólicas e realocação de recursos energéticos tanto dos tecidos armazenadores quanto daqueles vindo do processo fotossintético, é direcionado ao fruto, principalmente durante o seu enchimento.

Durante a fase da formação do fruto, os valores de radiação fotossinteticamente ativa estiveram acima de $2.000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. A temperatura da folha variou entre 44 e 47°C e o déficit de pressão de vapor entre 5 e 7 kPa (Tabela 01). Os valores de condutância estomática oscilaram entre 29 e $56 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 08) e a transpiração, esteve em cerca de $3 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 09). No entanto, mesmo sob alta demanda por fotoassimilados nessa fase da formação do fruto, as condições climáticas não estiveram

favoráveis para uma maior eficiência fotossintética, como por exemplo, radiação e temperatura foliar acima daquelas consideradas com ótimas. Segundo DaMatta et al. (2004), decréscimos nos valores de condutância estomática e fotossíntese, podem estar relacionados a vários fatores, como, por exemplo, excesso de irradiância, alta temperatura foliar, que podem causar a fotoinibição da fotossíntese e limitar o fluxo de CO₂ para a câmara subestomática.

Na fase de maturação, foram observados valores muito baixos de radiação fotossinteticamente ativa (51,88 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e de fotossíntese (aproximadamente 5 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), nesse horário. De acordo com Chaves et al. (2011), baixa radiação pode ser um fator limitante da fotossíntese.

Na fase após a colheita foram observados valores de fotossíntese variando entre 1,52 e 3,45 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, sendo os mais baixos. Foram observados os mais baixos valores de radiação fotossinteticamente ativa (37,15 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) durante todo o período do experimento. O déficit de pressão de vapor nesta fase estava próximo a 1 kPa (Tabela 01). Esta fase coincide com o estresse hídrico, que juntamente com a baixa radiação, pode ter corroborado para os baixos valores também na fotossíntese. Segundo Araújo et al. (2007), o café, em situações de baixa radiação fotossinteticamente ativa, pode apresentar pouca plasticidade, objetivando o ajuste na maquinaria bioquímica para fixação do CO₂. Os carboidratos, proteínas e lipídeos, acumulados nas plantas através da matéria seca, garantem a manutenção do suprimento de esqueletos de carbono e energia química, para manutenção da demanda e mobilização do carbono, através da mobilização de carbono, nos períodos que há reduzida produção de fotoassimilados (BUCKERIDGE et al., 2004).

Na fase vegetativa, a leitura das trocas gasosas foi realizada antes do retorno da irrigação. A umidade relativa do ar era de 47,31% sendo a mais baixa, durante todo o experimento, o que pode ter colaborado para que os valores de déficit de pressão de vapor variassem entre 2,53 e 3,5 kPa. A radiação fotossinteticamente ativa foi de 523,85 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e a temperatura do ar em 29,29°C. Portanto, considera-se que os valores de fotossíntese (1,19 a 3,45 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) nessa fase foram baixos e podem estar relacionados à limitação do suprimento da demanda hídrica e à baixa umidade relativa do ar. Nestas condições, também observou-se que a planta elimina a grande maioria das folhas, a fim de enfrentar melhor as circunstâncias adversas que está sendo submetida.

Tabela 01- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 9 e 10 h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.

Fases	Tfolha (°C)			DPV (kPa)		
	Genótipos			Genótipos		
	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2
Formação do fruto	44,10 Ba	45,32 Aba	47,37 Aa	5,73 Ba	6,42 Ba	7,49 Aa
Enchimento do fruto	38,73 Ab	37,50 Ab	38,24 Ab	3,11 Ab	2,97 Ab	3,59 Ab
Maturação	22,36 Ad	22,09 Ad	22,09 Ad	0,48 Ac	0,42 Ac	0,45 Ac
Após a colheita	20,56 Ad	21,52 Ad	22,26 Ad	0,74 Ac	0,86 Ac	0,95 Ac
Vegetativa	30,04 Bc	33,69 Ac	32,21 Abc	2,53 Bb	3,5 Ab	2,86 Ab
CV(%)	7,08			26,41		

Tfolha – temperatura da folha (°C) e DPV – déficit de pressão de vapor (kPa), medidas em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos dentro de cada fase e letras minúsculas comparam as fases dentro de cada genótipo. Medias seguidas de mesma letra na coluna e na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

O déficit de pressão de vapor foi influenciado pela interação das fases fenológicas com os genótipos (Tabela 01). Os maiores valores de déficit de pressão de vapor foram encontrados na fase da formação do fruto, para os três genótipos. Na formação do fruto, o déficit de pressão de vapor do genótipo IBC – Palma 2 foi superior aos obtidos no Catucaí Amarelo 2SL e Sarchimor MG 8840. Nas fases enchimento do fruto, maturação e após a colheita não houve diferença entre os genótipos. Já na fase vegetativa o genótipo Sarchimor apresentou valores de déficit de pressão de vapor inferior ao dos demais genótipos.

Valores de radiação fotossinteticamente ativa acima de $800 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e temperatura média do ar superior a 35°C , associados à redução da umidade relativa do ar, resultam no fechamento estomático e maior déficit de pressão de vapor (DAMATTA et al., 2007). Isto condiz com os resultados encontrados na fase da formação do fruto, onde os valores de radiação estavam acima de $2.000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, temperatura acima de 40°C e umidade do ar e menores que 60%, respectivamente, que resultaram em baixa condutância estomática (Figura 08) e elevação dos valores de déficit de pressão de vapor (Tabela 01).

De acordo com Rodrigues et al. (2018), a amplitude térmica considerada favorável ao cultivo do café arábica, é entre 18°C e 23°C , de temperatura média anual. No entanto, a temperatura média do ar acima de 40°C , nesse horário, durante o

experimento, manteve-se muito acima da faixa considerada como ótima para o crescimento das plantas de café. Situações como essas podem aumentar o valor do déficit de pressão de vapor e ocasionar o fechamento estomático, para reduzir o excesso de transpiração (LEMOS et al., 2012).

A temperatura foliar foi influenciada pela interação das fases fenológicas com os genótipos (Tabela 01). A maior temperatura foliar foi encontrada na fase da formação do fruto para os três genótipos. A temperatura da folha do genótipo Sarchimor MG 8840 foi inferior às dos demais, nas fases da formação do fruto e vegetativa. Nas fases do enchimento do fruto, maturação e após a colheita não houve diferença significativa entre os genótipos. A elevação da temperatura foliar é ocasionada pela diminuição da perda de calor latente através da transpiração, devido ao fechamento estomático, consequência também da perda de água diretamente das células-guarda para o ar (DAMATTA, 2004). Alta temperatura pode afetar diretamente a fotossíntese, reduzindo a atividade carboxilase ou oxigenase da Rubisco, bem como a regeneração da ribulose bis-fosfato no ciclo de Calvin (MENDES et al., 2017).

Não houve diferença significativa para condutância estomática, entre os genótipos avaliados, porém nas fases de enchimento do fruto e maturação tiveram os maiores valores de condutância (Figura 08). Na fase de enchimento do fruto, pode-se associar aos dias longos, típicos de verão, radiação fotossinteticamente ativa em aproximadamente $1.500 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e as temperaturas do ar e da folha estavam próximas de 35°C e 38°C , respectivamente.

As taxas de condutância estomática na fase da maturação foram menores, comparadas a fase de enchimento dos frutos. Isto pode ter relação com os valores de transpiração e déficit de pressão de vapor, que também foram menores, na fase da maturação, onde os valores de radiação fotossinteticamente ativa estavam próximas de $51 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, temperatura do ar cerca de 21°C e a umidade relativa do ar, acima de 50%, devido às características específicas de outono, com dias curtos.

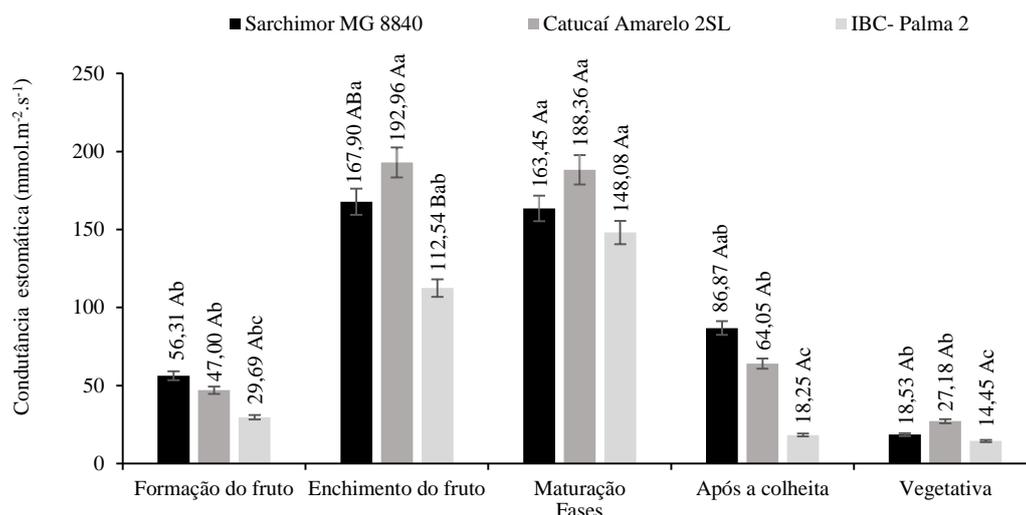


Figura 08- Condutância estomática em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres – Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Os genótipos e as fases fenológicas influenciaram na transpiração, onde os genótipos Sarchimor MG 8840 e Catucaí Amarelo 2SL se destacaram com 4,99 e 3,95 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 09). Durante as fases de formação e enchimento do fruto os valores de transpiração variaram entre 2,32 e 4,99 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Nessas fases, as temperaturas do ar e da folha estavam acima de 35 e 37°C, respectivamente. A radiação fotossinteticamente ativa estava aproximadamente 1.500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Sob essas condições ambientais, intensifica-se então, a diferença de pressão de vapor entre o ar e a folha, e, conseqüentemente, eleva a transpiração, que age como termo-reguladora (MORAIS et al., 2003).

Os baixos valores de transpiração durante as fases de maturação e após a colheita podem estar relacionados com baixos valores também de déficit de pressão de vapor nessas mesmas fases. Nesse período, as condições do ambiente estavam mais favoráveis, como temperatura aproximada da folha, 22°C, radiação fotossinteticamente ativa próxima de 52 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e umidade relativa do ar, acima de 50%.

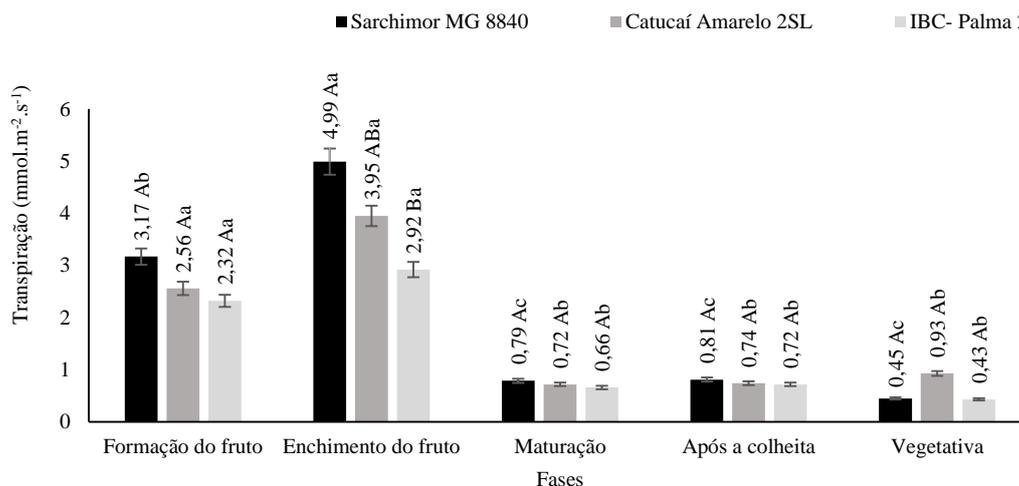


Figura 09- Transpiração em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Trocas gasosas em cafeeiros entre 12 e 13h

A temperatura média do ar nesse horário, a radiação fotossinteticamente ativa e a média da umidade relativa do ar, foram, respectivamente: formação do fruto (44,57°C, 2.018,16 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 59,22%), enchimento do fruto (43,16°C, 2.121,57 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 69,52%), maturação (29,34°C, 62,20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 62,47%), após a colheita (30,71°C, 40,67 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 54,42%) e vegetativa (38,51°C, 1.191,25 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 47,31%). A radiação solar apresentou brusca variação durante o experimento, apresentando os valores mais baixos, durante as fases da maturação e após a colheita, durante o outono e inverno (dias curtos), onde a temperatura do ar estava mais amena e a umidade relativa do ar estava acima de 50%.

A interação das fases fenológicas com os genótipos influenciou na fotossíntese (Figura 10). Na fase de formação do fruto, Sarchimor MG 8840 e IBC – Palma 2 apresentaram os maiores valores de fotossíntese. Na fase do enchimento do fruto, a fotossíntese do Catucaí Amarelo 2SL foi superior aos demais. Nas fases da maturação, após a colheita e vegetativa, não houve diferença significativa entre os genótipos.

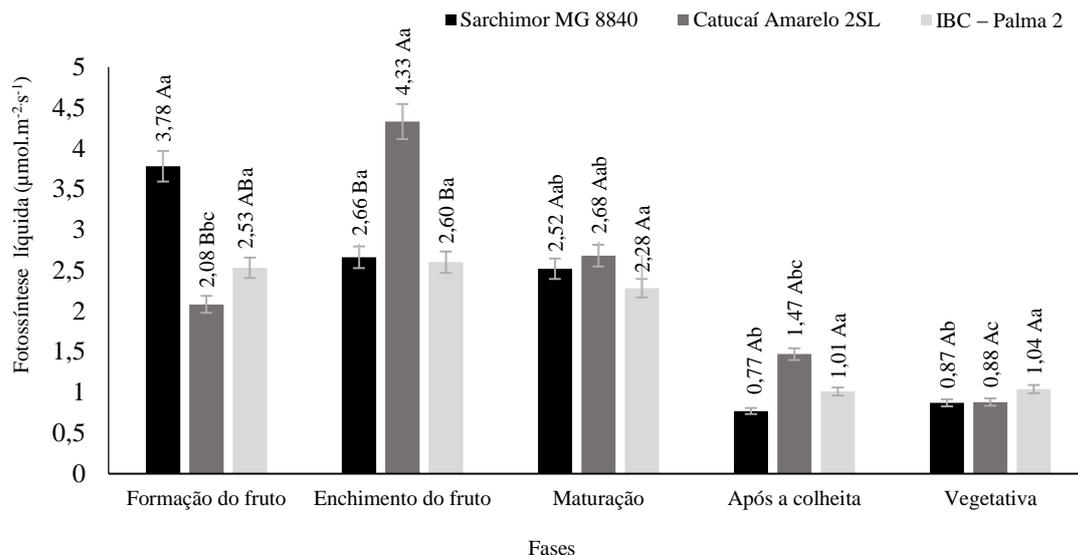


Figura 10- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Analisando o desdobramento das fases, dentro de cada genótipo, percebe-se que Sarchimor MG 8840 apresentou maiores valores de fotossíntese, nas fases da formação, enchimento do fruto e maturação. Catucaí Amarelo 2SL, obteve os maiores valores, no enchimento do fruto e maturação. O genótipo IBC – Palma 2 não apresentou diferença significativa entre as fases. Altos valores de temperatura e radiação podem provocar a fotoinibição da fotossíntese, porém algumas cultivares podem adaptar-se, sendo tolerantes às condições de estresse (DAMATTA, 2004). Não se pode, neste caso, comparar os dados do horário entre 9 e 10 h com os obtidos entre 12 e 13 h, porém, vale ressaltar que as taxas de fotossíntese caíram de $9 - 11 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para $2 - 4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Isto pode ser pelo fato de que no horário entre 12 e 13 horas, todos os genótipos avaliados tenham sofrido fotoinibição.

Os menores valores de déficit de pressão de vapor foram encontrados na fase da maturação, para os três genótipos. Catucaí Amarelo 2SL apresentou menores valores nas fases do enchimento do fruto e vegetativa. Na formação do fruto, maturação e após a colheita, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 02).

Tabela 02- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 12 e 13h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.

Fases	Tfolha (°C)			DPV (kPa)		
	Genótipos			Genótipos		
	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2
Formação do fruto	47,17 Aa	47,23 Aa	47,56 Aab	6,58 Aa	6,78 Aa	7,09 Aa
Enchimento do fruto	47,01 Aa	44,31 Ba	49,32 Aa	7,01 Aa	5,58 Bab	8,07 Aa
Maturação	29,52 Ab	29,37 Ac	30,42 Ac	1,44 Ac	1,06 Ad	1,47 Ac
Após a colheita	31,47 Ab	30,58 Ac	31,39 Ac	3,02 Ab	2,76 Ac	2,99 Ab
Vegetativa	44,21 Aa	37,82 Bb	44,50 Ab	7,8 Aa	4,67 Bb	7,4 Aa
CV(%)	5,98			23,01		

Tfolha – temperatura da folha (°C) e DPV – déficit de pressão de vapor (kPa), medidas em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos dentro de cada fase e letras minúsculas comparam as fases dentro de cada genótipo. Médias seguidas de mesma letra na coluna e na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Durante as fases de maturação e após a colheita, a temperatura da folha apresentou os menores valores, para os três genótipos. O genótipo Catucaí Amarelo 2SL apresentou menores valores de temperatura foliar nas fases do enchimento do fruto e vegetativa, porém, nas demais fases, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 02). Sob altas temperaturas, com o fechamento estomático, ocorre também uma elevação na temperatura da folha, ocasionada pela limitação da dissipação do calor latente, devido à redução na transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2013).

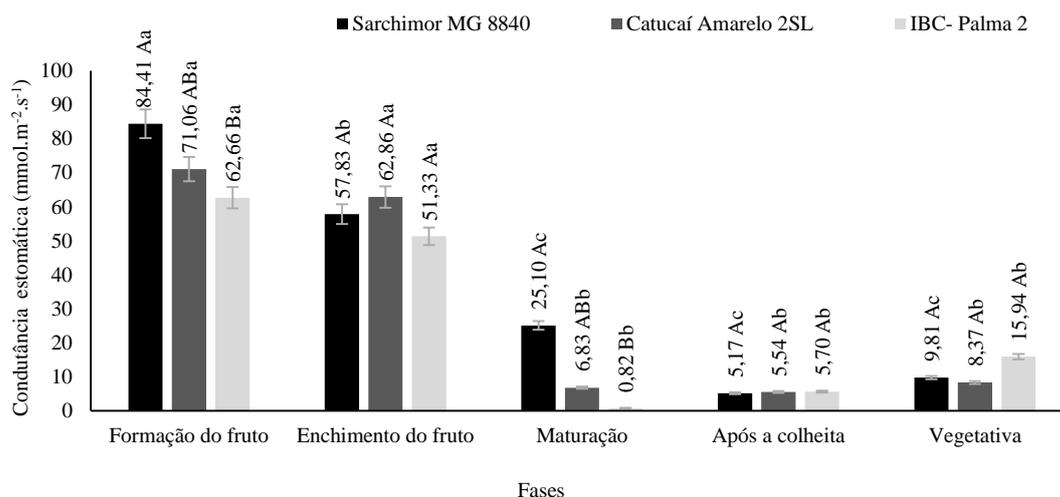


Figura 11- Condutância estomática em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

As fases fenológicas e os genótipos influenciaram na condutância estomática (Figura 11). Ao avaliar isoladamente o fator fases fenológicas, observou-se maior condutância estomática durante as fases de formação e enchimento do fruto. Avaliando-se isoladamente o fator genótipos, percebe-se que Sarchimor MG 8840 e Catucaí Amarelo 2SL obtiveram valores de condutância superiores a IBC – Palma 2.

Durante a fase da maturação houve baixa condutância estomática, porém, nesta mesma fase, a fotossíntese líquida estava aproximadamente $2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. A baixa condutância estomática supria a demanda da baixa fotossíntese. Segundo Shimazaki et al. (2007), a diminuição na condutância estomática ocorre para que haja também uma diminuição da transpiração.

Não houve diferença entre os genótipos, para os valores de transpiração. As fases fenológicas influenciaram na transpiração, sendo os maiores valores encontrados nas fases de formação e enchimento do fruto, com relação positiva entre condutância estomática e transpiração (Figura 12). Durante essas mesmas fases, a condutância estomática também teve seus valores mais elevados, comprovando, assim, a estreita relação entre o déficit de pressão de vapor e a condutância estomática, pois há uma elevação do fluxo de vapor d'água para a atmosfera, à medida que os estômatos abrem (MORAIS et al., 2003).

Os baixos valores de transpiração em alguns períodos estão relacionados com os valores baixos também do déficit de pressão de vapor e condutância estomática. Nesses períodos as taxas de temperatura do ar e radiação estavam menores e o ar mais úmido. No entanto, a redução da condutância estomática e pouca transpiração pode levar a um menor influxo de CO_2 para o interior dos cloroplastos, o que pode ocasionar um menor acúmulo de biomassa pela planta (PELOSO et al., 2017).

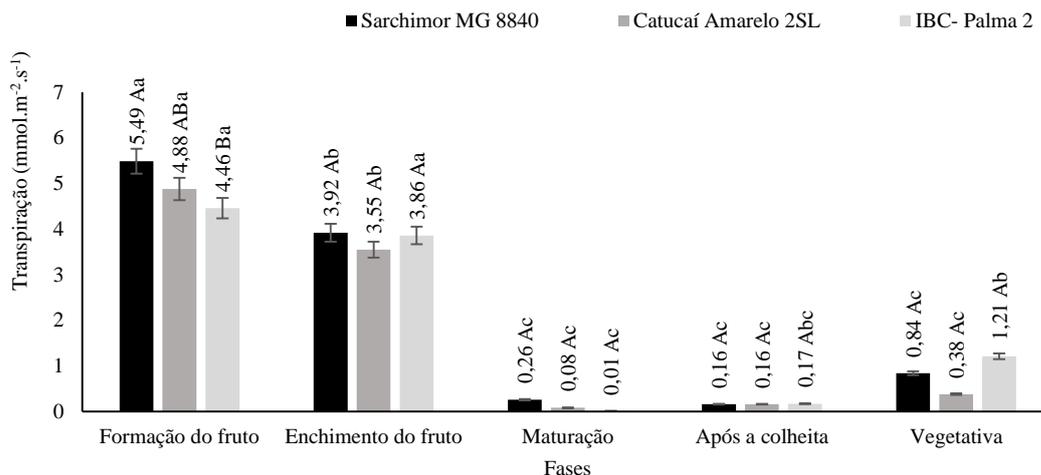


Figura 12- Transpiração em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Altas taxas de transpiração podem levar à planta à desidratação, devido ao excesso na perda de água para a atmosfera (DAMATTA et al., 2016). No entanto, para a condição irrigada do experimento, uma baixa transpiração poderia ser benéfica à produção, pois a demanda de água da planta pode estar sendo suprida satisfatoriamente.

Trocas gasosas em cafeeiros entre 15 e 16h

A temperatura média do ar nesse horário, a radiação fotossinteticamente ativa e a média da umidade relativa do ar, foram, respectivamente: formação do fruto (40,96°C, 1.390,15 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 59,22%), enchimento do fruto (39,81°C, 1.279,23 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 69,52%), maturação (29,58°C, 62,84 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 62,47%), após a colheita (31,36°C, 33,24 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 54,42%) e vegetativa (34,52°C, 82,38 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 47,31%). A radiação solar apresentou grande variação durante o experimento. Os maiores valores, nas fases da formação e enchimento do fruto, que foram dias longos, típicos de verão, com temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar. Os menores valores durante as fases da maturação, após a colheita e vegetativa, onde a temperatura do ar estava mais amena e a umidade relativa do ar apresentava valores mais elevados, que podem estar associados com as características de outono e inverno (dias curtos).

Não houve diferença estatística para fotossíntese líquida entre os genótipos avaliados (Figura 13). É importante salientar, que os valores de fotossíntese obtidos nesse horário, nas fases de formação e enchimento do fruto (1,5 – 3,15 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) também

estão bem abaixo daqueles que foram observados no horário entre 9 e 10 h ($2,22 - 11,94 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Portanto, de acordo com as condições de elevadas temperaturas do ar e da folha e a radiação fotossinteticamente ativa, percebe-se que é possível ter ocorrido uma fotoinibição da fotossíntese.

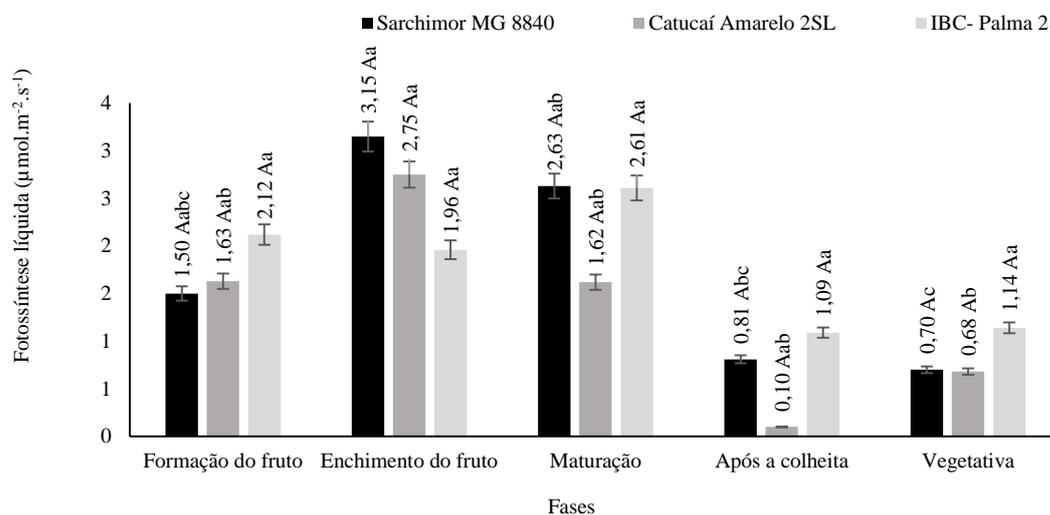


Figura 13- Fotossíntese líquida em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Os menores valores de déficit de pressão de vapor foram na fase da maturação, para os três genótipos. Catucaí Amarelo 2SL teve os menores valores nas fases da formação e enchimento do fruto. Nas demais fases não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 03).

Tabela 03- Temperatura da folha (Tfolha) e déficit de pressão de vapor (DPV), entre 15 e 16h, em três genótipos de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas.

Fases	Tfolha ($^{\circ}\text{C}$)			DPV (kPa)		
	Genótipos			Genótipos		
	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2	Sarchimor MG 8840	Catucaí Amarelo 2SL	IBC – Palma 2
Formação do fruto	44,22 Ba	42,10 Ca	46,61 Aa	7,01 Aa	5,71 Ba	7,00 Aa
Enchimento do fruto	43,59 Ba	39,18 Cb	46,09 Aa	5,91 Aa	4,16 Bb	6,86 Aa
Maturação	30,00 Ac	29,88 Ad	30,24 Ac	1,29 Ac	1,34 Ac	1,34 Ad
Após a colheita	31,93 Ac	31,23 Ad	31,94 Ac	3,28 Ab	3,10 Ab	3,27 Ac
Vegetativa	34,59 Ab	35,00 Ac	35,78 Ab	3,80 Ab	3,91 Ab	4,12 Ab
CV(%)	4,94			22,3		

Tfolha – temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$) e DPV – déficit de pressão de vapor (kPa), medidas em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos dentro de cada fase e letras minúsculas comparam

as fases dentro de cada genótipo. Médias seguidas de mesma letra na coluna e na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Durante as fases de maturação e após a colheita, a temperatura da folha apresentou os menores valores, para os três genótipos. Catucaí Amarelo 2SL apresentou menores valores de temperatura foliar na formação e enchimento do fruto, no entanto, nas demais fases, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 03).

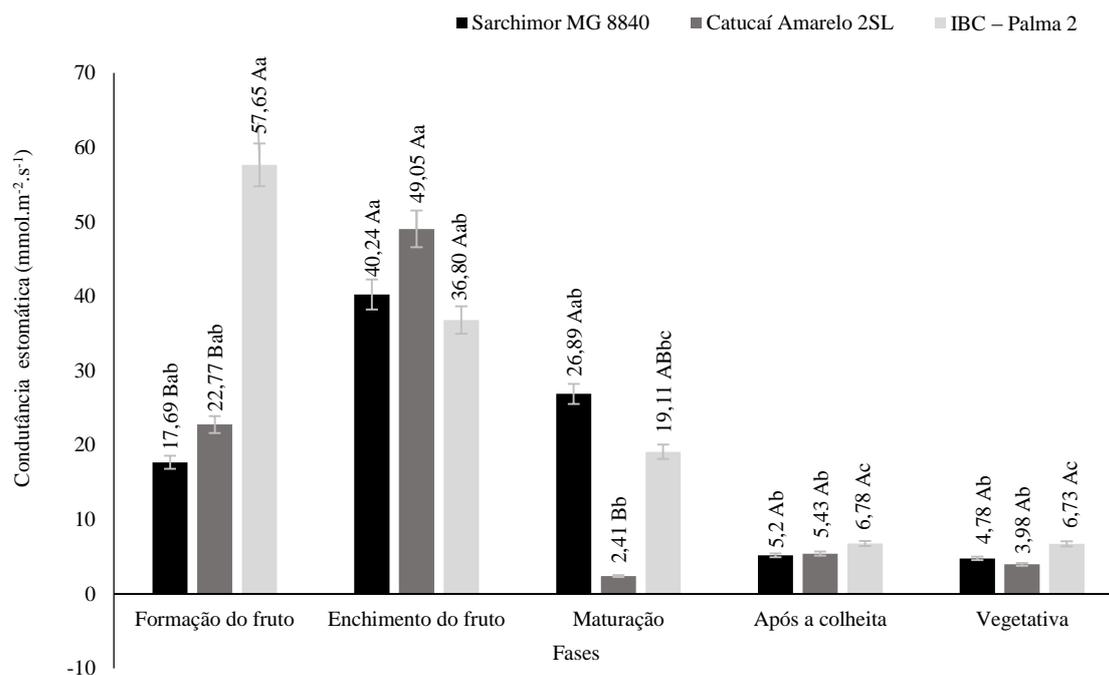


Figura 14- Condutância estomática em plantas de café (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

Pode-se perceber que houve alta condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor do genótipo IBC - Palma 2, durante a fase da formação do fruto, porém, a fotossíntese foi equivalente aos demais genótipos, nesta mesma fase. Peloso et al. (2017) afirmam que diante do risco de desidratação, em situações de estresse como alta radiação e temperatura, a planta fecha os estômatos, diminuindo a condutância estomática e limitando, portanto, a entrada de CO_2 para o interior dos cloroplastos, podendo reduzir assim a produção de fotoassimilados. Durante as fases de formação e enchimento do fruto, a temperatura do ar nesse horário, apresentava valores acima de 40°C e a radiação fotossinteticamente ativa, próxima $1.300 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, o que pode ter colaborado para inibir a enzima Rubisco.

A baixa condutância estomática do Catucaí Amarelo 2SL, na fase da maturação, foi acompanhada também por pequenos valores de déficit de pressão de vapor e

transpiração, porém, a fotossíntese, mesmo baixa, foi equivalente aos demais genótipos, nessa mesma fase. Pode-se relacionar este fato à capacidade da planta à adaptação e aclimação ao ambiente.

Os maiores valores de condutância estomática ocorreram durante a fase da formação do fruto, foi do IBC – Palma 2 e durante a maturação, Sarchimor MG 8840 e IBC – Palma 2 (Figura 14). No enchimento do fruto, após a colheita e vegetativa, não houve diferença significativa entre os genótipos. Ao analisar o desdobramento das fases, dentro de cada genótipo, percebe-se que Sarchimor MG 8840 apresentou maior condutância estomática na formação, enchimento do fruto e maturação. Catucaí Amarelo 2SL e IBC – Palma 2, obteve os maiores valores de condutância estomática na formação e enchimento do fruto. Maiores valores de condutância estomática podem levar a um maior influxo de CO₂, para o interior dos cloroplastos, contribuindo no aumento também do acúmulo de biomassa, pela planta (PELOSO et al., 2017).

A interação dos genótipos com as fases fenológicas (Figura 15) influenciaram na transpiração, sendo os maiores valores encontrados nas fases de formação e enchimento do fruto para Sarchimor MG 8840 e Catucaí Amarelo 2SL e na fase de formação do fruto, para IBC – Palma 2. Analisando o desdobramento dos genótipos dentro de cada fase, IBC – Palma 2 teve valor mais elevado na fase da formação do fruto, porém nas demais fases, não houve diferença significativa entre os genótipos.

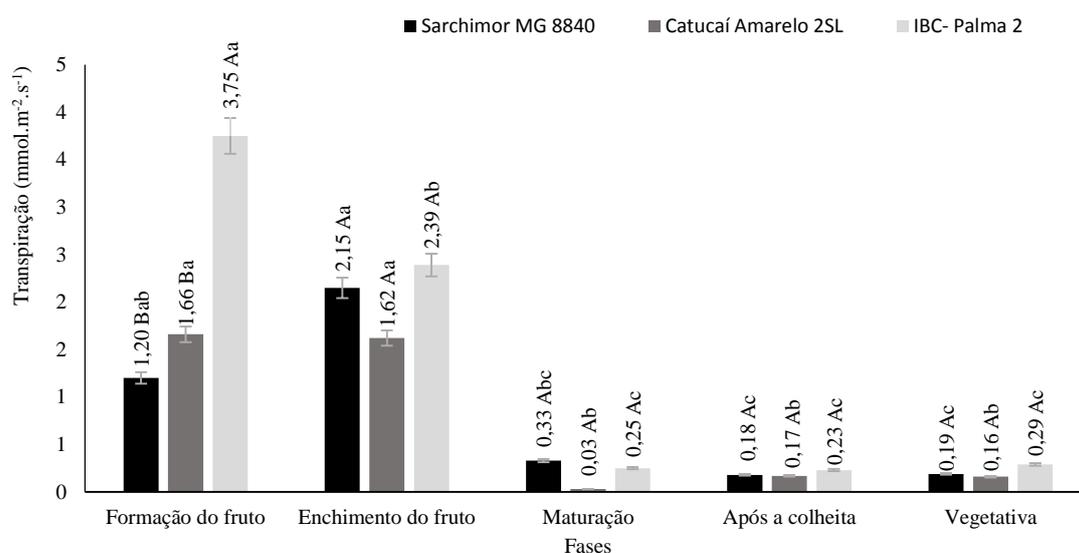


Figura 15- Transpiração em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) irrigadas, via gotejamento, em Ceres - Goiás, em diferentes fases fenológicas. Letras maiúsculas comparam os genótipos, dentro de cada fase, enquanto letras minúsculas comparam as fases, dentro de cada genótipo. Barra indica erro padrão.

O aumento na transpiração pode estar relacionado com fatores climáticos, no entanto, pode relacionar-se também a fatores da própria planta (REZENDE et al., 2011). Nas fases da formação e enchimento dos frutos, houve também maior condutância estomática, então, a abertura dos estômatos favorece a absorção de CO₂ e, neste processo, há também a saída de água da planta, através da transpiração (SANTOS, 2017).

4.4 CONCLUSÕES

As fases fenológicas de cafeeiros irrigados e submetidos ao estresse hídrico para induzir a uniformidade na floração, coincidem nas diversas estações do ano, comprometendo as trocas gasosas em fases fenológicas determinadoras da produtividade.

A fase de enchimento do fruto apresentou maior eficiência fotossintética, nos três horários avaliados.

Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior eficiência fotossintética, entre 12 e 13 horas.

Observa-se sinais de fotoinibição em função dos horários avaliados de acordo com a temperatura foliar e radiação.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements** – FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998. 300p.

ARAÚJO, W. L. et al. Metabolismo do carbono e limitações bioquímicas da fotossíntese em folhas de diferentes posições da copa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2007.

BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P.M.; SANTOS, H.P. & TINÉ, M.A. 2004. Acúmulo de Reservas. In: Germinação - do básico ao aplicado. Alfredo Gui Ferreira & Fabian Borgheti (Eds.). **Artmed**, Porto Alegre pp.31-50.

CASTRO, E.M. de; PEREIRA, F.J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal**: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: Ed. UFLA, 2009, 234p.

CHARBONNIER, F.; ROUPSARD, O.; MAIRE, G. Le; GUILLEMOT, J.; CASANOVES, F.; LACOINTE, A.; VAAST, P.; ALLINNE, C.; AUDEBERT, L.; CAMBOU, A.; CLÉMENT-VIDAL, A.; DEFRENET, E.; DUURSMA, R.A.; JARRI, L.; JOURDAN, C.; KHAC, E.; LEANDRO, P.; MEDLYN, B.E.; SAINT-ANDRÉ, L.; THALER, P.; MEERSCHKE, K. VAN DEN; BARQUERO AGUILAR, A.; LEHNER, P.; DREYER, E. Increased light-use efficiency sustains net primary productivity of shaded coffee plants in agroforestry system. **Plant Cell and Environment**, v.40, p.1592–1608, 2017. DOI: 10.1111/pce.12964.

CHAVES, A.R.M.; DAMATTA, F.M.; MARTINS, S.C.V.; WOLFGRAMM, R.; ANTUNES, W.C.; CECON, P.R.; BARROS, R.S. Fotossíntese e metabolismo do carbono em folhas de *Coffea arabica* L. em diferentes razões área foliar/nº de frutos. In: Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil (6.:2009 Vitória, ES). Anais Brasília, DF: Embrapa – Café, 2011 (1CD-ROM), 7p.

CHAVES FILHO, J.T.; OLIVEIRA, R. F. de. Variação Sazonal do Amido Armazenado em Ramos Plagiotrópicos do Cafeeiro. **Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 35, n. 1, p. 85-102, 2008. DOI: 10.18224/est.v35i1.561.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – quarto levantamento**. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>> v.5, p.1-84, 2018. DOI: ISSN 2318-7913.

DAMATTA, F.M.; RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. IN: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., Poços de Caldas, 2002. **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 9-44. DOI: 12345678/526.

DAMATTA, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v.86, p.99–114, 2004. DOI: 10.1016/j.fcr.2003.09.001.

DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, p.55-81, 2006. DOI: 10.1590/S1677-04202006000100006.

DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, **Piracicaba**, v. 19, p. 485 -510, 2007. DOI: 10.1590/S1677-04202007000400014.

DAMATTA, F.M.; GODOY, A.G.; MENEZES-SILVA, P.E.; MARTINS, S.C.V.; SANGLARD, L.M.V.P.; MORAIS, L.E.; TORRE-NETO, A.; GHINI, R. Sustained enhancement of photosynthesis in coffee trees grown under free-air CO₂ enrichment

conditions: disentangling the contributions of stomatal, mesophyll, and biochemical limitations. **Journal of Experimental Botany**, v.67, p.341–352, 2016. DOI: 10.1093/jxb/erv463.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos ...[et al.]. – 3 ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FERREIRA, A.D.; CARVALHO, G.R.; REZENDE, J.C. De; BOTELHO, C.E.; REZENDE, R.M.; CARVALHO, A.M. De. Desempenho agrônômico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.388–394, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000400006.

GOMES, I.A.C.; CASTRO, E.M. de; SOARES, A.M.; ALVES, J.D.; ALVARENGA, M.I.N.; ALVES, E.; BARBOSA, J.P.R.A.D.; FRIES, D.D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v.38, p.109-115, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000100018.

GUEDES, F.A. De F.; NOBRES, P.; RODRIGUES FERREIRA, D.C.; MENEZES-SILVA, P.E.; RIBEIRO-ALVES, M.; CORREA, R.L.; DAMATTA, F.M.; ALVES-FERREIRA, M. Transcriptional memory contributes to drought tolerance in coffee (*Coffea canephora*) plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.147, p.220–233, 2018. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2017.12.004.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. de. Irrigação do Cafeeiro no Cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização de florada. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2005. 4p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 122).

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V.H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B.; LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A.V.C.; Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds). **Recomendações para uso de corretivos fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações automáticas: gráficos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf> Acesso em: 08 dez 2018.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B. Dos S.; BENASSI, M. De T. Bioactive compounds content in roasted coffee from traditional and modern *Coffea arabica* cultivars grown under the same edapho-climatic conditions. **Food Research International**, v.61, p.61–66, 2014. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.04.031.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.;

MENDONÇA, S.M.; NETO, A.P. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1521-1530, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007001100002.

LEMOS, J.P.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, A.A.; FONTANETTI, A.; CORRÊA, M.L.P.; CECON, P.R. Morfologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. **Planta Daninha**, v.30, p.487-496, 2012. DOI: 10.1590/S0100-83582012000300004.

LIMA JUNIOR, É. de C.; ALVARENGA, A. A de; CASTRO, E. M. de; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. de. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35 n. 5, p. 1092-1097, 2005. DOI: 10.1590/S0103-84782005000500016.

MARENCO, R.A.; ANTEZANA-VERA, S.A.; GOUVÊA, P.R.S.; CAMARGO, M.A.B.; OLIVEIRA, M.F.; SANTOS, J.K.S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, v.61, p.786-799, 2014. DOI: 10.1590/0034-737X201461000004.

MENDES, R.M.; MARENCO, R.A.; NASCIMENTO, H.C.S. Velocidade de carboxilação da rubisco e transporte de elétrons em espécies arbóreas em resposta a fatores do ambiente na Amazônia Central. **Ciência Florestal**. v.27, p.947-959, 2017. DOI: 10.5902/1980509828666.

MENDONÇA, R.F. De; RODRIGUES, W.N.; MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A. Abordagem Sobre a Bionalidade de Produção em Plantas de Café. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.7, p.1-9, 2011.

MENEZES-SILVA, P.E.; SANGLARD, L.M.V.P.; ÁVILA, R.T.; MORAIS, L.E.; MARTINS, S.C.V.; NOBRES, P.; PATREZE, C.M.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, W.L.; FERNIE, A.R.; DAMATTA, F.M. Photosynthetic and metabolic acclimation to repeated drought events play key roles in drought tolerance in coffee. **Journal of Experimental Botany**, v.68, p.4309-4322, 2017. DOI: 10.1093/jxb/erx211.

MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p.1131-1137, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003001000001.

NOAA. **National Climatic Data Center**, State of the Climate, published on line May 2017. Disponível em: < <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> >. Acesso em 10 dez. 2018.

OLIVEIRA, L.F.C. de; OLIVEIRA, R.Z.; BORGES, L.B.; WEHR, T.R.; BONOMO, R. Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.154-162, 2007. DOI: 10.5216/pat.v37i3.1855.

OVALLE-RIVERA, O.; LÄDERACH, P.; BUNN, C.; OBERSTEINER, M.;

SCHROTH, G. Projected shifts in *Coffea arabica* suitability among major global producing regions due to climate change. **PLOS ONE**, v.10, p.1–13, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0124155.

PELOSO, A. F.; TATAGIBA, S. D.; REIS, E. F.; PEZZOPANE, E. M.; AMARAL, J. F. T. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 389 - 399, 2017. DOI: 10.25186/cs.v12i3.1314.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NARDIN, C.F.; FAZUOLI, L.C.; BRAGHINI, M.T. Caracterização da anatomia foliar de cafeeiros arábica em diferentes períodos sazonais. **Biotemas**. v.27, p.1-10, 2014. DOI: 10.5007/2015-7925.2014v27n4p1.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GONTIJO, P. de T.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, Londrina, 1994. **Anais...** Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1996. p. 73-85.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **Item**, Brasília, n.48, p. 34-41, set 2000.

REZENDE, F.C.; CALDAS, A.L.D.; SCALCO, M.S.; FARIA, M.A.de; SILVA, E.L.da. Resistência estomática e taxa de transpiração do cafeeiro em função da densidade de plantio e da irrigação. In: Anais do 7º Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 22 a 25 de agosto de 2011. Araxá. 2011.

ROCHA, O.C.; RAMOS, M.L.G.; VEIGA, A.D.; GUERRA, A.F.; BARTHOLO, G.F.; RODRIGUES, G.C.; SILVA, J.E. da. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1476–1483, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900046.

RODRIGUES, W.P.; SILVA, J.R.; FERREIRA, L.S.; FILHO, J.A.M.H.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; FERRAZ, T.M.; BERNADO, W.P.; BEZERRA, L.B.S.; ABREU, D.P. DE; CESPOM, L.; RAMALHO, J.C.; CAMPOSTRINI, E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. **Crop and Pasture Science**, v.69, p.317–325, 2018. DOI: 10.1071/CP17044.

RONCHI, C.P.; ARAÚJO, F.C. De; ALMEIDA, W.L. De; SILVA, M.A.A. Da; MAGALHÃES, C.E. De O.; OLIVEIRA, L.B. De; DRUMOND, L.C.D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao deficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.24–32, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000100003.

SAKAI, E.; BARBOSA, E.A.A.; SILVEIRA, J.M. De C.; PIRES, R.C. De M. Coffee productivity and root systems in cultivation schemes with different population arrangements and with and without drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.148, p.16–23, 2015. DOI: 10.1016/j.agwat.2014.08.020.

SANCHES R.F.E.; CATARINO, I.C.A.; BRAGA, M.R.; SILVA, E.A. da S. Influência da alta concentração de CO₂ (↑[CO₂]_{atm}) x disponibilidade hídrica nas relações hídricas,

trocas gasosas e acúmulo de carboidratos em *Coffea arabica* L. **Hoehnea**, v.44, p.635-643, 2017. DOI: 10.1590/2236-8906-33/2017.

SANTOS, C.S.DOS. Características anatômicas e fisiológicas de *Coffea arabica* em condições de Cerrado. Lavras – MG: UFLA, 2017. 47p. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHS, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SHIMAZAKI, K.I. ,.. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p.219-247, 2007. DOI: 57.032905.105434.

SILVA, E.A.; DAMATTA, F.M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A.J.; BARROS, R.S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. **Field Crops Research**, v.89, p.349–357, 2004. DOI: 10.1016/j.fcr.2004.02.010.

SOUZA, T.M.A. DE; SOUZA, T.A.; SOLTO, L.S.; SÁ, F.V. da S.; PAIVA, E.P. de; BRITO, M.E.B.; MESQUITA, E.F. de. Crescimento e trocas gasosas do feijão caupi cv. BRS pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta. *Irriga*, 2016. DOI: 10.15809/irriga.2016v21n4p796-805.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954 p.

TATAGIBA, S. D.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 745-754, 2015. DOI: 10.5380/rf.v45i4.38334.

5 CAPÍTULO II - CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS (*Coffea arabica*) IRRIGADOS EM CERES - GOIÁS

(Normas de acordo com a revista Coffee Science)

RESUMO

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, Junho de 2019. **Crescimento e produtividade de cafeeiros (*Coffea arabica*) irrigados em Ceres - Goiás**. Orientador: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

A comparação entre as características vegetativas e a produtividade é importante no estudo de adaptação de genótipos pois através dela é possível observar o desempenho desses genótipos na região em que estão sendo cultivados. A identificação de cultivares com maior tolerância a diferentes condições edafoclimáticas torna-se fator essencial para o crescimento da cafeicultura nacional. Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar o crescimento e a produtividade de cultivares e progênies de café arábica, sob irrigação via gotejamento em Ceres - Goiás. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Foram 35 tratamentos (31 cultivares e quatro progênies avançadas), em blocos casualizados, com quatro repetições, de janeiro de 2017 a agosto de 2018. Aos 30 e 36 meses após plantio, foram avaliados o diâmetro do ramo ortotrópico, diâmetro de copa, altura de planta, número de nós do ramo ortotrópico, número de nós do ramo plagiotrópico 1, comprimento do ramo plagiotrópicos 1, número

de nós no ramo plagiotrópico 2, comprimento do ramo plagiotrópico 2, comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2, número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 e produtividade no segundo ciclo de produção. Estimaram-se as correlações lineares simples em todas as características avaliadas. Houve diferença no crescimento e na produtividade dos genótipos avaliados. Existe correlação positiva dos caracteres vegetativos entre si e entre eles e a produtividade, na segunda safra, do cafeeiro. Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior crescimento que os demais genótipos avaliados. Os genótipos Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 e 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catuaí Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araponga MG 1 e Obatã Vermelho IAC 1669-20 foram os que tiveram a maior produtividade, no ano de 2018.

Palavras-chave: produção, genótipos, caracteres vegetativos, irrigação.

ABSTRACT

Ávila, Eloisa Aparecida da Silva. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, June - 2019. **Growth and productivity of irrigated coffee trees (*Coffea arabica*) in Ceres - Goiás.** Advisor: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

The comparison between vegetative characteristics and productivity is important in the adaptation study of genotypes because through it it is possible to observe the performance of these genotypes in the region in which they are being cultivated. The identification of cultivars with greater tolerance to different edaphoclimatic conditions becomes an essential factor for the growth of the national coffee industry. This work was carried out to evaluate the growth and productivity of cultivars and progenies of arabica coffee under irrigation by dripping in Ceres - Goiás. It was conducted in the experimental area of the Goiano Federal Institute - Ceres Campus. A total of 35 treatments (31 cultivars and four advanced progenies) were randomized blocks with four replications from January 2017 to August 2018. At 30 and 36 months after planting, the diameter of the orthotropic branch, crown diameter, height number of nodes in the plagiotropic branch 1, number of nodes in the plagiotropic branch 1, number of nodes in the plagiotropic branch 2, length of the plagiotropic branch 2, length of the plagiotropic branches 1 and 2, number of nodes of the plagiotropic branches 1 and 2 and productivity in the second production cycle were evaluated. The linear simple correlations were estimated in all evaluated characteristics. There was a difference in growth and yield of the evaluated genotypes. There is a positive correlation between the vegetative characters and between them and the productivity, in the second crop of coffee. Catucaí Amarelo 2SL presented higher growth than the other evaluated genotypes. The genotypes Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 and 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catucaí

Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araponga MG 1 and Obatã Vermelho IAC 1669-20 were the ones that had the highest productivity in the year 2018.

Key words: production, genotypes, vegetative characters, irrigation.

5.1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é originário da África, de regiões onde ocorre extenso período de seca. Este fato levou várias espécies deste gênero de planta a desenvolverem uma adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (DAMATTA & RENA, 2002; AERTS et al., 2017; HERRERA & LAMBOT, 2017). Devido à sua alta demanda e relevância econômica, torna-se necessário, portanto, encontrar materiais genéticos que se adaptem a diversas regiões e apresentem maior produtividade.

O costume de beber café se deu pelos árabes (AERTS et al., 2017). Atualmente, é considerada a bebida mais consumida do mundo, sendo o Brasil o segundo maior consumidor, perdendo apenas para os Estados Unidos (CECAFÉ, 2018). A sua importância no cenário agrícola mundial se deve não apenas pelo viés econômico, mas também por aspectos políticos e socioculturais (AERTS et al., 2017).

Em 2018, houve um recorde nas exportações de café, porém esse crescimento já vinha acelerado, desde 2012 (ICO (1), 2018). No agronegócio brasileiro, a produção do ano-safra 2017-2018, foi de 51 milhões de sacas de café e isto representa 31,9% da produção mundial, seguido por Vietnã, 18,5% e Colômbia, 8,8% (ICO (2), 2018).

O café comercial começou a ser produzido também no Cerrado e a sua expansão se deu porque a produção pode ser favorecida por aspectos como a topografia e temperatura, aliados à irrigação, adubação e tecnologias de produção (VICENTE et al., 2015; KROHLING et al., 2017). Goiás está na oitava posição do *ranking* nacional, onde foram produzidas 195,4 mil sacas, exclusivamente do tipo arábica, nesse ano, sob regime de irrigação (CONAB, 2018).

O aumento das temperaturas mínimas noturnas tem sido um fator que tem afetado a produção de café, nas últimas safras, em diversos lugares como a Tanzânia, a

Colômbia, a Índia e o Sudeste da África (CRAPARO et al., 2015; KROHLING et al., 2017). Produtores de café de vários lugares do mundo buscam soluções para otimizar a produção, baixar os custos, preocupando-se ainda com a sustentabilidade, através de parcerias entre cientistas e cooperativas, tanto governamentais quanto não-governamentais, focando no treinamento e busca de novas pesquisas e modernas técnicas de produção (LAMBOT et al., 2017).

Comparar as características vegetativas com a produtividade é um método importante para estudar a adaptação de genótipos, observando o seu desempenho em determinada região (MATIELLO et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012). O principal critério de seleção em cafeeiros é a produtividade e, para a recomendação de cultivares, é essencial observar a interação do genótipo com o ambiente (MATIELLO et al., 2016). A variabilidade genética é um item determinante para as diferenças entre os cafés (KITZBERGER et al., 2014). A divergência genética entre as cultivares de café arábica pode ser decisiva diante da adaptação às condições edafoclimáticas do ambiente, sendo algumas mais resistentes a pragas, doenças, fatores abióticos, déficit hídrico, entre outros.

A avaliação da arquitetura de cultivares durante o seu ciclo de desenvolvimento permite a seleção daqueles mais resistentes e, ao mesmo tempo, mais produtivos. A produtividade é uma das variáveis mais importantes, principalmente quando se utiliza a irrigação (VICENTE et al., 2015). Estudos acerca da arquitetura do cafeeiro têm colaborado de maneira muito eficaz com os programas de melhoramento genético, na recomendação de novas cultivares através da seleção e validação de progênies de cafeeiro (CASTANHEIRA et al., 2016). A identificação de cultivares com maior tolerância a diferentes condições edafoclimáticas torna-se fator essencial para o crescimento da cafeicultura nacional. O objetivo deste estudo, portanto, foi avaliar o crescimento e a produtividade de cultivares e progênies de café arábica, com irrigação via gotejamento, sob condições edafoclimáticas de Ceres - Goiás.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em abril de 2015, porém este estudo foi conduzido de março de 2017 a outubro de 2018, no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, localizado na mesorregião do Centro Goiano, na cidade de Ceres – GO. Para as avaliações

desse trabalho foram considerados os dados do segundo ciclo de produção, ou seja, da safra 2017/2018. O município de Ceres situa-se no Vale de São Patrício, possui as coordenadas geográficas e condições edafoclimáticas, respectivamente: latitude Sul 15^o21'00.67", longitude Oeste: 49^o35'56.98", altitude aproximada de 570 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, quente e semiúmido com estação bem definida, de maio a setembro, com temperatura média anual de 27,7^oC, com médias mínimas e máximas de 19,0 e 36,4^oC, respectivamente. A precipitação média anual é de cerca de 1.601 mm. O relevo é suave. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2013).

Para caracterização química do solo, foram coletadas amostras cerca de dois meses antes da instalação do experimento. As propriedades químicas e físicas do solo na área experimental são: 37,7% de areia, 8,3% de silte e 54,0% de argila; pH (em água) = 5,80; M.O = 20,30 gdm⁻³ (colorimétrico); P = 12,8 mg dm⁻³; K = 0,2 cmolc dm⁻³; Ca = 3,0 cmolc dm⁻³; Mg = 1,80 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,70 cmolc dm⁻³ (tampão SMP a pH 7,5); e V = 65,7%. A metodologia empregada para todas as análises do solo seguiu as recomendações da Embrapa (2013) e foram feitas no Laboratório de Solos do IF Goiano – Campus Ceres.

A adubação foi feita segundo a recomendação da 5^a aproximação modificada da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999) e com base nos resultados da análise do solo. As aplicações nitrogenadas (sulfato de amônio) e potássicas (cloreto de potássio) foram realizadas, em 3 parcelas, nos dias 22/09/2017, 06/10/2017 e 20/10/2017. Por outro lado, a adubação fosfatada (super fosfato simples) foi realizada, em aplicação única, dia 02/09/2017. Foram aplicados 130 kg/ha de N, 150 Kg/ha de P₂O₅ e 100 kg/há de K₂O.

O controle das pragas e doenças foi feito por meio de monitoramento constante, conforme a necessidade da cultura. Na entrelinha do cafezal foi plantada *Brachiaria (Urochloa decumbens)*, com o intuito de favorecer os atributos químicos e físico-hídricos do solo, otimizando a sua estrutura e aumentando a capacidade de armazenamento de água (ROCHA et al., 2016). As plantas daninhas foram controladas ao longo da linha de plantio, roçando quando necessário. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, de maneira igual, em todos os tratamentos.

O experimento foi conduzido em esquema de delineamento em blocos casualizados (DBC), com 35 genótipos (tratamentos) e quatro repetições. Cada parcela foi composta de dez plantas, cujo espaçamento foi de 3,50 x 0,75 metros, constituindo assim uma área de 26,25 m² por parcela, totalizando uma área experimental de 3.675 m² com 1.400 plantas. Como parcela útil foram consideradas oito plantas centrais da linha por tratamento, totalizando na parcela 21 m².

Foram considerados como tratamentos, 31 cultivares [Oeiras MG 6851 (EPAMIG), Catiguá MG 1 (EPAMIG), Sacramento MG 1 (EPAMIG), Catiguá MG 2 (EPAMIG), Araçuaia MG 1 (EPAMIG), Paraíso MG 419-1 (EPAMIG), Pau Brasil MG 1 (EPAMIG), Catiguá MG 3 (EPAMIG), Topázio MG 1190 (EPAMIG), IPR 104 (IAPAR), Sarchimor MG 8840 (EPAMIG), Catucaí Vermelho 20/15 cova 476 (PROCAFÉ), Tupi IAC 1669-33 (IAC), Obatã Vermelho IAC 1669-20 (IAC), Obatã Amarelo IAC 4932 (IAC), Catucaí Vermelho IAC 15 (IAC), Catucaí Amarelo IAC 062 (IAC), IPR 98 (IAPAR), IPR 99 (IAPAR), IPR 100 (IAPAR), IPR 103 (IAPAR), Catucaí Amarelo 2SL (PROCAFÉ), Catucaí Amarelo 24/137 (PROCAFÉ), Catucaí Amarelo 20/15 cova 479 (PROCAFÉ), Catucaí Vermelho 785/15 (PROCAFÉ), Acauã 2 e 8 (PROCAFÉ), Sabiá Tardio ou Sabiá 398 (PROCAFÉ), Asa Branca (PROCAFÉ), IBC – Palma 2 (PROCAFÉ), Acauã (PROCAFÉ), Acauã Novo (PROCAFÉ)], e quatro progênies avançadas [23 II (EPAMIG), H-419-3-3-7-16-4-1 (EPAMIG), Paraíso H 419-10-6-2-12-1 (EPAMIG), Paraíso H 419-10-6-2-10-1 (EPAMIG)], todos da espécie *Coffea arabica*. A escolha desses genótipos se deu por serem de porte baixo, mais resistentes a ferrugem e ao bicho mineiro.

A irrigação foi do tipo localizada por gotejamento, constituída por linhas laterais simples de polietileno de 16 mm e emissores autocompensantes, com vazão de 2,2 L h⁻¹, espaçados 0,5 m entre si. As irrigações foram realizadas em três dias da semana: segunda, quarta e sexta-feira, de acordo com a ETc da cultura acumulada dos dias anteriores não irrigados. A lâmina aplicada foi a mesma para todas as parcelas e calculada em função da evapotranspiração de referência (ETo) acumulada, do tanque Classe A, localizado na estação meteorológica do próprio instituto. As lâminas estão representadas na Figura 05.

Para estimativa da ETc do cafeeiro, foram utilizados os dados meteorológicos diários, durante a condução do experimento, obtidos através da estação meteorológica do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, que fica instalada próxima à área experimental.

Através do Tanque Classe A, foi estimada a evapotranspiração de referência (ET_o), segundo o modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi determinada em função dos valores de ET_o, levando-se em consideração o coeficiente de cultura (K_c) igual a 1 [lavoura nova (1 a 3 anos) e espaçamento 2 – 3,6 x 0,5 – 1,0] (OLIVEIRA et al., 2007).

Os dados de umidade relativa do ar foram cedidos pelo INMET, registrados pela Estação Meteorológica Automática, localizada no Município de Itapaci – GO (Figura 01). Os valores de temperaturas máxima, média e mínima durante o período do experimento estão apresentados na Figura 02. Os valores da umidade relativa do ar e temperatura foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação meteorológica da cidade de Itapaci, distante 51,1 Km da cidade de Ceres, sendo as condições climáticas semelhantes ao local do experimento.

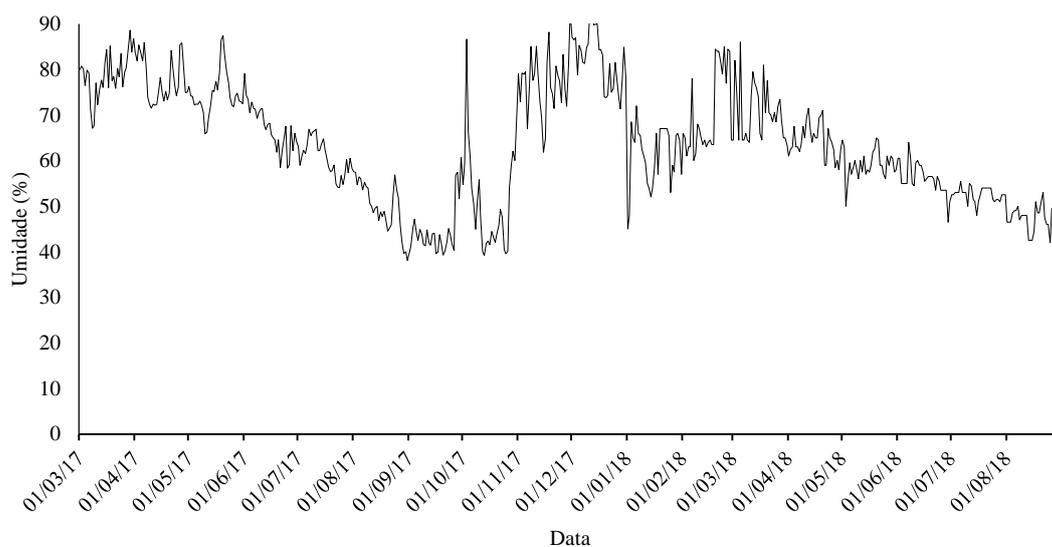


Figura 01. Umidade relativa do ar registrada de março de 2017 a outubro de 2018. Fonte: INMET – Itapaci - GO.

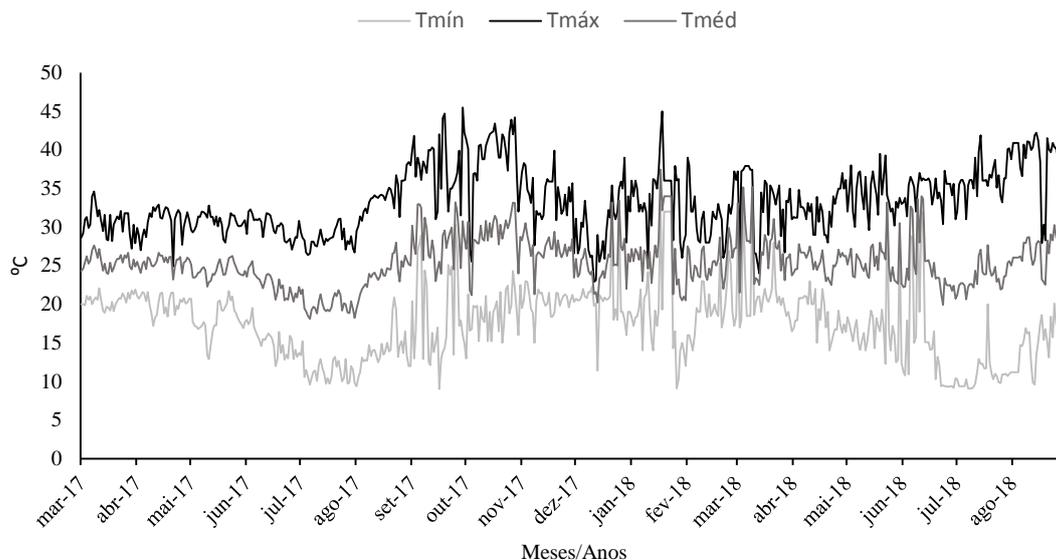


Figura 02. Valores de temperatura máxima, média e mínima de março de 2017 a outubro de 2018, no município de Ceres – GO. Fonte: INMET – Itapaci – GO.

Os valores das leituras diárias da evapotranspiração do Tanque Classe A do IF Goiano – Campus Ceres de março de 2017 a outubro de 2018 estão expressos na Figura 03.

A precipitação pluviométrica dos meses de março de 2017 a agosto de 2018, ocorrida no IF Goiano – Campus Ceres, com base nos dados da Estação Meteorológica Automática de Itapaci – Goiás, está descrita na Figura 04.

A lâmina d'água foi calculada em função de frações da evapotranspiração de referência (ET_o) do tanque Classe A, localizado na estação meteorológica do próprio Instituto e estão apresentadas na Figura 05.

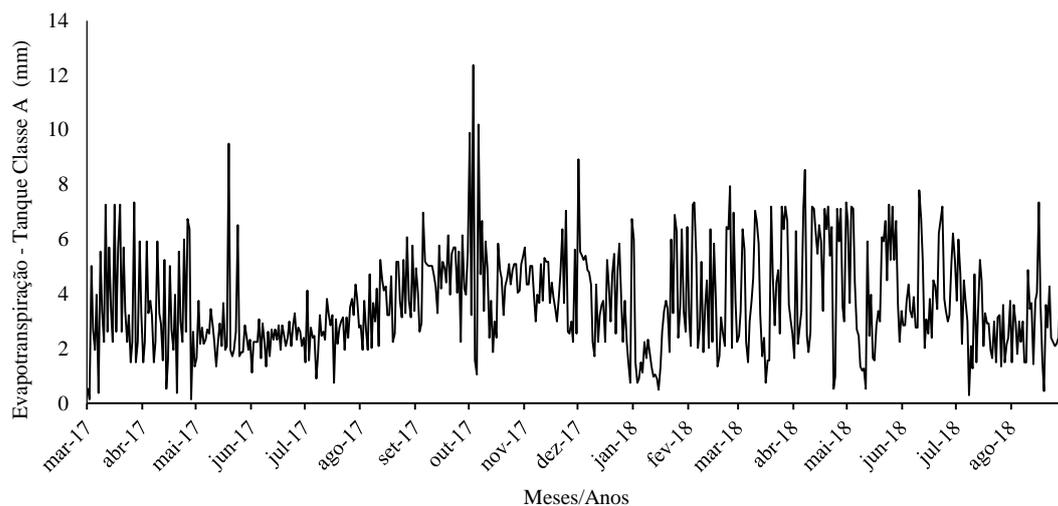


Figura 03. Evapotranspiração monitorada pelo tanque classe A de março de 2017 a outubro de 2018. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

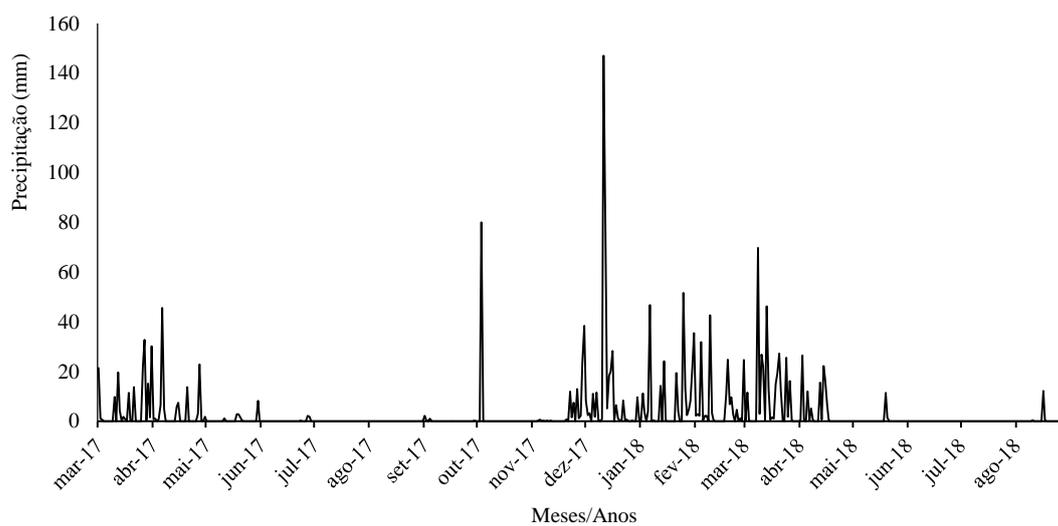


Figura 04. Precipitação Pluviométrica registrada de março de 2017 a outubro de 2018, na Estação Meteorológica Automática de Itapaci - GO. Fonte: INMET.

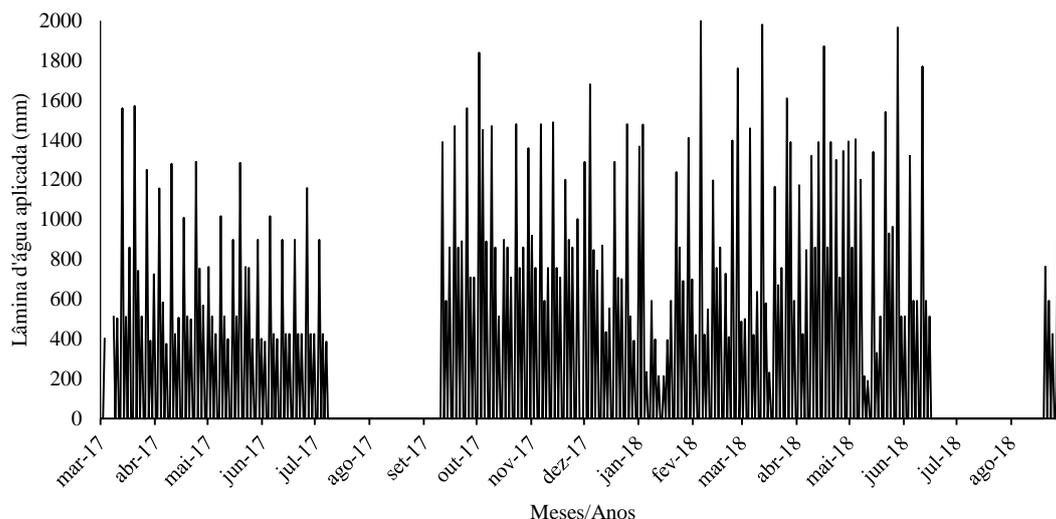


Figura 05. Lâmina d'água aplicada no experimento de março de 2017 a agosto de 2018.

Para uniformizar a floração foi adotado o manejo do estresse hídrico controlado, suspendendo a irrigação entre 10/07/2017 a 11/09/2017 (62 dias) e 18/06/2018 a 20/08/2018 (63 dias) (GUERRA et al., 2005).

Os valores de variação do Fotoperíodo durante o período do experimento estão apresentados na Figura 06.

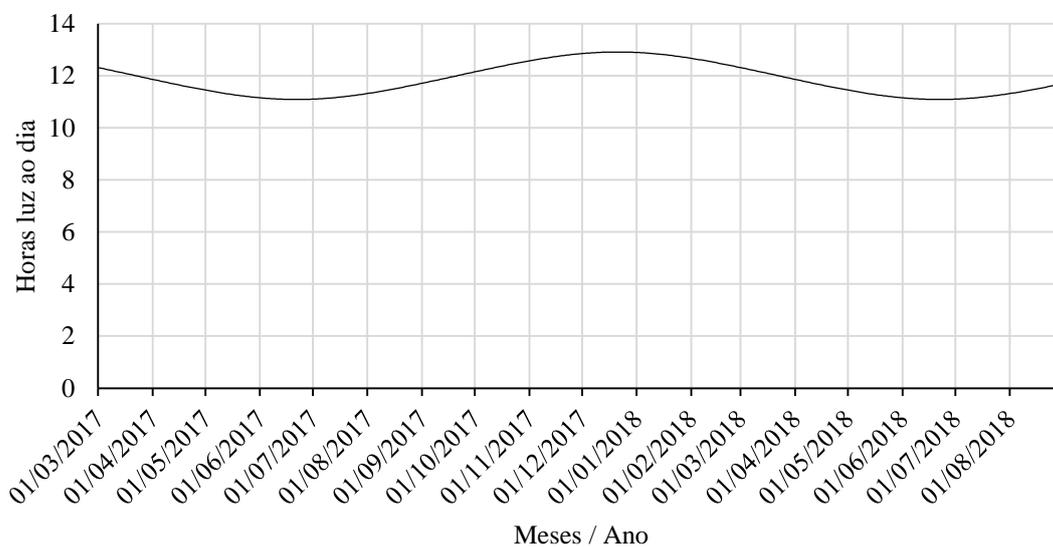


Figura 06- Fotoperíodo registrado durante a condução dos experimentos, no período de março de 2017 a outubro de 2018. Estação de Anápolis – GO, INMET (2018).

A quantidade de horas de luz por dia varia, conforme a época do ano. Em Ceres-GO, no período de março de 2017 a agosto de 2018, a mínima, foi de 11h4min24s, em junho e a máxima foi de 12h54min36s, em dezembro (INMET, 2018).

As avaliações do crescimento vegetativo foram aos 30 e 36 meses após plantio (MAP), em outubro de 2017 e abril de 2018, respectivamente. Nas quatro plantas centrais, foram avaliados: diâmetro do ramo ortotrópico, medido em milímetros, com o auxílio do paquímetro digital, a 5 cm do solo; diâmetro de copa, medido em centímetros; altura de planta, em centímetros, medida do nível do solo até a gema apical do ramo ortotrópico; número de nós do ramo ortotrópico; número de nós do ramo plagiotrópico 1, comprimento do ramo plagiotrópico 1, número de nós no ramo plagiotrópico 2, comprimento do ramo plagiotrópico 2, comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2, número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2. O comprimento e o número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2, são os que compõem o segundo par de ramos, acima do colo da planta.

A colheita dos frutos foi por derriça manual no pano, em julho de 2018, quando a maioria dos frutos atingiu estágio cereja ou passa, sendo também recolhido o café de “varrição”. O café colhido foi seco ao sol, em terreiro e, em seguida, pesado, na forma de café em coco, o qual foi beneficiado. A razão entre a quantidade de café em coco e café beneficiado foi obtida e, posteriormente, calculada a produtividade de café beneficiado por parcela da área útil, determinando assim, a produtividade por hectare.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SISVAR e a comparação e agrupamento das médias foram realizadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Foi feita a análise de correlação linear simples entre todas as características avaliadas.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos demonstraram diferenças significativas em relação ao crescimento aos 30 MAP e aos 36 MAP bem como na produtividade de cafeeiros, como estão apresentadas nas Tabelas 01 e 02. De acordo com as médias de produtividade apresentadas, os genótipos foram divididos estatisticamente em três grupos: maior (13 genótipos), média (13 genótipos) e menor (nove genótipos) produtividade (Figura 07). A correlação entre a produtividade e as dez características fenológicas avaliadas, aos 36 meses após plantio foi significativa, exceto para número de nós no ramo plagiotrópico 2 (Tabela 03).

Os genótipos Catiguá MG 1, Catuaí Vermelho IAC 15, Catucaí Amarelo 24/137, Acauã 2 e 8, Paraíso H 419-10-6-2-10-1 apresentaram menor diâmetro do ramo ortotrópico nas duas épocas avaliadas, porém estão entre os que pertencem ao grupo com maior média de produtividade. A correlação foi significativa a 5% (0,17) entre o número de sacas de 60 Kg de café beneficiado por hectare e o diâmetro do ramo ortotrópico (Tabela 03). A correlação entre o diâmetro do ramo ortotrópico e altura de planta foi significativa a 1% (0,69) conforme observa-se na Tabela 03. O Catucaí Amarelo 2SL foi o genótipo com melhor desempenho para essas duas características, nas duas épocas avaliadas e está no grupo dos genótipos mais produtivos. Existe uma sincronia de crescimento entre essas duas variáveis, para suportar a planta (RODRIGUES et al., 2012).

A correlação entre diâmetro de copa e produtividade de café beneficiado por hectare foi significativa a 1% (0,36), como se observa na Tabela 03. O IBC – Palma 2 foi o que teve o menor diâmetro de copa, nas duas épocas avaliadas e também a menor produtividade.

O Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior altura de planta que os demais genótipos, nas duas épocas avaliadas e também pertence ao grupo dos mais produtivos. Porém, vale salientar que há uma preferência por plantas mais baixas, pois facilita o manejo e a colheita (RODRIGUES et al., 2012). Aos 36 MAP, 12 genótipos ficaram no grupo dos mais baixos e três deles, também são mais produtivos: Catiguá MG 1, IPR 98 e Paraíso H 419-10-6-2-10-1.

Observando o número de nós do ramo ortotrópico, aos 30 MAP, 11 genótipos estão no grupo dos que apresentaram maior quantidade de nós (Tabela 01), porém, três desses tiveram maior produtividade: Araonga MG 1, Acauã e Acauã Novo. Essa foi a única variável analisada em que o Catucaí Amarelo 2SL não apresentou melhor desempenho, nas duas épocas e nas dez características avaliadas. Com menor número de nós do ramo ortotrópico, nessa mesma época de avaliação, tem-se quatro genótipos, porém, dois deles estão entre os mais produtivos: Sarchimor MG 8840 e Asa Branca.

A correlação entre o número de nós no ramo plagiotrópico 2, aos 36 meses após plantio e a produtividade não foi significativa (0,12), como se observa na Tabela 03. Estudando quatro cultivares de café arábica na cidade de Ervália – MG, Martinez et al. (2007) encontraram, num espaçamento de 2,5 x 0,75 m, correlação não significativa, aos 48 MAP, entre produção e o número de ramos plagiotrópicos.

Aos 36 MAP, sete genótipos se destacaram com maior número de nós do ramo ortotrópico (Tabela 02) e três deles estiveram entre os de maior produtividade (Figura 08), que são: Araponga MG 1, Catucaí Amarelo 2SL e Acauã. Dentre os quatro com menor número de nós do ramo ortotrópico, tem-se o Asa Branca que é um dos mais produtivos e o IBC – Palma 2 que foi o menos produtivo de todos os genótipos do experimento. Conforme demonstrado, o número de nós do ramo ortotrópico não influenciou na produtividade.

Ao avaliar o número de nós do ramo plagiotrópico 1, aos 30 MAP, oito genótipos apresentaram os maiores valores, sendo que três desses, estão entre os que obtiveram maior produtividade: Catucaí Vermelho IAC 15, IPR 98, Catucaí Amarelo 2SL. Cinco genótipos tiveram menor número de nós do ramo plagiotrópico 1 sendo que, dois deles estão entre os mais produtivos: Araponga MG 1, Acauã 2 e 8 e um deles é o que teve a menor produtividade de todos, o IBC – Palma 2, conforme mostra a Tabela 02. Aos 36 MAP, de acordo com a Tabela 02, cinco genótipos tiveram melhor desempenho e dentre esses, dois apresentam maior produtividade: Catucaí Vermelho IAC 15, Catucaí Amarelo 2SL. Com menor número de nós do ramo plagiotrópico 1, quatro genótipos, dentre eles o IBC – Palma 2, com baixa produtividade.

Aos 30 MAP, dois genótipos apresentaram menor comprimento do ramo plagiotrópico 1: Catiguá MG 3 e IBC – Palma 2 (Tabela 01). Aos 36 MAP, sete genótipos apresentaram menor comprimento do ramo plagiotrópico 1, sendo que dois deles possuem alta produtividade: Catiguá MG 1, Acauã 2 e 8 e o genótipo IBC – Palma 2, com baixa produtividade. Com maior comprimento do ramo plagiotrópico 1, em ambas avaliações, estava o Catucaí Amarelo 2SL, que também apresentou alta produtividade.

A variável comprimento do ramo plagiotrópico 2 foi dividida estatisticamente em cinco grupos, aos 30 MAP. Com maior comprimento está apenas o Catucaí Amarelo 2SL. No grupo com menores valores de comprimento do ramo plagiotrópico 2, estão Oeiras MG 6851, Catiguá MG 1, Pau Brasil MG 1, Catiguá MG 3, Acauã 2 e 8 e IBC – Palma 2. Aos 36 MAP são cinco grupos e com maiores valores de comprimento estão: Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 20/15 cova 479, Sabiá Tardio ou Sabiá 398 e Asa Branca. No grupo dos menores valores estão Oeiras MG 6851, Catiguá MG 3 e IBC – Palma 2.

Tabela 01 –Diâmetro do ramo ortotrópico (D), Diâmetro de copa (Dcopa), Altura de planta (Alt), Número de nós do ramo ortotrópico (NROrt), Número de nós do ramo plagiotrópico 1 (NRP1), Comprimento do ramo plagiotrópico 1 (CRP1), Número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), Comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CRP2), Comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (CTRP), Número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (NNTRP) avaliados em genótipos de *Coffea arabica*, aos 30 meses de idade.

Genótipos	D (mm)	Dcopa (mm)	Alt (cm)	NROrt	NRP1	CRP1 (cm)	NRP2	CRP2 (cm)	CTRP (cm)	NNTRP
Oeiras MG 6851	46,85d	132,38e	182,69f	38,94c	17,63c	62,75d	22,25b	73,25e	136,00e	39,88c
Catiguá MG 1	46,69d	150,75d	183,50f	39,19c	18,50c	65,13c	24,06b	79,56e	144,69d	42,56c
Sacramento MG 1	53,43b	181,63b	210,50c	43,44a	17,69c	68,00c	25,81a	95,50c	163,50c	43,50c
Catiguá MG 2	46,97d	148,06d	182,19f	38,56c	15,50d	60,00d	28,44a	90,56c	150,56d	43,94c
Araponga MG 1	48,29c	166,75c	206,56c	44,56a	16,56d	65,50c	26,94a	91,50c	157,00d	43,50c
Paraíso MG 419-1	46,99d	153,25d	182,81f	41,25b	21,13c	70,19c	27,31a	83,31d	153,50d	48,44b
Pau Brasil MG 1	48,52c	132,25e	181,25f	40,63b	17,69c	58,81d	23,56b	78,88e	137,69e	41,25c
Catiguá MG 3	45,82d	118,38f	178,69f	34,50d	12,38d	50,13e	20,69b	76,38e	126,50e	33,06d
Topázio MG 1190	48,25c	165,06c	192,63d	42,75a	21,19c	71,50c	29,88a	92,50c	164,00c	51,06b
23 II	52,45b	169,88c	198,50d	37,44c	19,44c	80,69b	24,00b	94,69c	175,38b	43,44c
IPR 104	48,77c	159,88c	188,06e	41,50b	23,88b	75,25c	27,13a	87,19d	162,44c	51,00b
Sarchimor MG 8840	51,01b	165,25c	194,69d	35,44d	20,19c	74,00c	25,06b	89,00c	163,00c	45,25c
Catucaí Vermelho 20/15cova 476	46,12d	156,75d	189,19e	42,63a	21,81b	72,56c	28,38a	90,13c	162,69c	50,19b
Tupi IAC 1669-33	45,58d	146,44d	179,25f	39,69c	17,75c	63,06d	24,44b	81,13d	144,19d	42,19c
Obatã Vermelho IAC 1669-20	49,50c	179,75b	190,75e	38,38c	24,06b	82,44b	28,38a	94,56c	177,00b	52,44b
Obatã Amarelo IAC 4932	49,80c	152,88d	182,25f	35,38d	17,63c	63,69d	22,88b	86,50d	150,19d	40,50c
Catucaí Vermelho IAC 15	46,00d	173,31b	192,81d	42,00b	26,44a	85,06b	26,31a	85,94d	171,00c	52,75b
Catucaí Amarelo IAC 062	47,80d	175,31b	199,38d	42,94a	26,69a	83,50b	30,13a	95,88c	179,38b	56,81a
IPR 98	48,98c	172,06c	186,44e	41,06b	27,94a	83,81b	27,63a	87,88d	171,69c	55,56a
IPR 99	50,61c	161,81c	193,00d	39,25c	20,81c	73,44c	27,13a	93,06c	166,50c	47,94b
IPR 100	48,82c	179,56b	192,44d	42,56a	30,63a	91,00b	28,75a	92,00c	183,00b	59,38a
IPR 103	49,36c	179,88b	201,38d	41,50b	22,44b	82,19b	29,43a	99,44c	181,63b	51,88b
Catucaí Amarelo 2SL	60,47a	220,56a	268,69a	42,25b	30,88a	111,13a	27,50a	115,63a	226,75a	58,38a
Catucaí Amarelo 24/137	46,96d	160,06c	196,13d	40,63b	21,69b	71,69c	26,81a	89,81c	161,50c	48,50b
Catucaí Amarelo 20/15 cova 479	51,66b	188,00b	221,13b	45,94a	29,25a	91,31b	30,88a	97,75c	189,06b	60,13a
Catucaí Vermelho 785/15	47,65d	138,94e	188,44e	43,88a	23,94b	70,31c	30,81a	86,06d	156,38d	54,75a
Acauã 2 e 8	47,28d	145,88d	186,13e	40,94b	16,44d	59,19d	21,19b	72,44e	131,63e	37,63d
Sabiá Tardio ou Sabiá 398	47,20d	183,94b	192,00d	43,19a	27,50a	86,31b	34,19a	101,38b	187,69b	61,69a
Asa Branca	48,48c	189,06b	193,94d	36,25d	23,88b	88,81b	26,88a	104,13b	192,94b	50,75b
IBC – Palma 2	46,94d	85,06g	189,44e	38,44c	12,75d	46,38e	19,06b	71,63e	118,00e	31,81d
Acauã	49,62c	174,13b	194,88d	42,44a	25,31b	81,88b	26,31a	89,19c	171,06c	51,63b
Acauã Novo	47,90d	176,56b	193,50d	43,69a	22,81b	74,94c	27,38a	93,75c	168,69c	50,19b
H-419-3-3-7-16-4-1	49,29c	170,44c	188,13e	40,19b	27,63a	87,31b	28,06a	93,13c	180,44b	55,69a
Paraíso H 419-10-6-2-12-1	44,86d	150,75d	174,06f	39,81c	22,31b	72,06c	26,94a	81,38d	153,44d	49,25b
Paraíso H 419-10-6-2-10-1	47,59d	155,19d	175,19f	38,75c	22,56b	74,44c	26,56a	87,31d	161,75c	49,13b
CV (%)	9,61	11,87	6,96	9,14	31,13	22,75	23,88	16,68	15,35	20,60

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 02 –Diâmetro do ramo ortotrópico (D), Diâmetro de copa (Dcopa), Altura de planta (Alt), Número de nós do ramo ortotrópico (NROrt), Número de nós do ramo plagiotrópico 1 (NRP1), Comprimento do ramo plagiotrópico 1 (CRP1), Número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), Comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CRP2), Comprimento dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (CTRP), Número de nós dos ramos plagiotrópicos 1 e 2 (NNTRP), avaliados em genótipos de *Coffea arabica*, aos 36 meses de idade.

Genótipos	D (mm)	Dcopa (mm)	Alt (cm)	NROrt	NRP1	CRP1 (cm)	NRP2	CRP2 (cm)	CTRP (cm)	NNTRP
Oeiras MG 6851	55,38c	143,63f	202,13e	46,13c	16,56d	65,44e	25,13c	77,25d	142,69e	41,69c
Catiguá MG 1	57,71c	165,63e	208,06e	46,38c	19,38c	67,31e	25,88c	91,06c	158,38d	45,25c
Sacramento MG 1	63,06b	181,25c	225,69c	50,75b	22,81b	84,81c	28,81b	106,81b	191,63c	51,63b
Catiguá MG 2	57,07c	150,44f	199,75e	46,13c	15,81d	59,81e	25,19c	87,88c	147,69d	41,00c
Araponga MG 1	56,33c	169,00d	221,06c	51,25a	19,31c	78,00c	28,63b	97,69b	175,69c	47,94c
Paraíso MG 419-1	55,21c	156,44e	203,00e	48,25b	24,56b	75,69d	28,06b	90,94c	166,63d	52,63b
Pau Brasil MG 1	56,68c	157,38e	200,69e	46,06c	19,25c	65,75e	27,13c	87,75c	153,50d	46,38c
Catiguá MG 3	55,65c	126,75g	195,06e	39,88d	13,63d	54,19e	21,06d	74,13d	128,31e	34,69d
Topázio MG 1190	58,32b	176,63d	216,00d	52,25a	25,69b	79,88c	33,88a	103,44b	183,31c	59,56a
23 II	60,20b	177,75d	217,00d	44,50c	21,50c	86,50c	28,75b	100,94b	187,44c	50,25c
IPR 104	57,44c	175,81d	213,94d	50,06b	24,25b	79,75c	29,19b	94,88b	174,63c	53,44b
Sarchimor MG 8840	59,41b	172,00d	214,88d	45,25c	20,00c	76,63d	26,81c	98,69b	175,31c	46,81c
Catucaí Vermelho20/15cova 476	57,66c	170,44d	219,69c	52,81a	24,94b	82,63c	29,75b	98,75b	181,38c	54,69b
Tupi IAC 1669-33	52,59c	157,13e	201,63e	47,44c	19,13c	70,13d	25,81c	84,25c	154,38d	44,94c
Obatã Vermelho IAC 1669-20	60,73b	187,69c	212,06d	45,44c	24,69b	84,19c	28,75b	99,50b	183,69c	53,44b
Obatã Amarelo IAC 4932	60,95b	170,81d	203,13e	43,81d	20,81c	74,81d	24,81c	96,44b	171,25c	45,63c
Catucaí Vermelho IAC 15	56,95c	179,94c	216,31d	50,00b	29,06a	88,00c	28,81b	95,69b	183,69c	57,88b
Catucaí Amarelo IAC 062	58,60b	181,06c	223,13c	50,81b	26,00b	87,06c	30,81b	101,81b	188,88c	56,81b
IPR 98	56,54c	178,00d	208,75e	50,69b	25,38b	80,50c	29,44b	96,75b	177,25c	54,81b
IPR 99	59,62b	175,94d	211,06d	48,13b	22,63b	80,69c	28,88b	98,19b	178,88c	51,50b
IPR 100	59,95b	200,25b	217,06d	50,31b	32,06a	98,56b	33,44a	105,31b	203,88b	65,50a
IPR 103	58,60b	193,19b	226,81c	49,13b	24,69b	87,69c	31,56b	105,81b	193,50c	56,25b
Catucaí Amarelo 2SL	75,77a	225,13a	292,50a	51,44a	30,63a	111,56a	30,38b	123,13a	235,69a	61,00a
Catucaí Amarelo 24/137	57,14c	166,13e	226,81c	49,69b	23,06b	79,44c	28,25b	92,44c	171,88c	51,31b
Catucaí Amarelo 20/15 cova 479	60,66b	198,88b	247,94b	54,69a	29,81a	96,56b	34,56a	109,00a	205,56b	64,38a
Catucaí Vermelho 785/15	58,23b	147,13f	212,69d	52,31a	23,38b	71,75d	31,56b	89,06c	160,81d	54,94b
Acauã 2 e 8	58,46b	159,25e	214,13d	48,19b	18,81c	65,69e	26,69c	85,38c	151,06d	45,50c
Sabiá Tardio ou Sabiá 398	55,36c	192,75b	214,25d	50,19b	28,88a	93,88b	38,06a	116,19a	210,06b	66,94a
Asa Branca	56,41c	190,69b	214,44d	42,50d	25,94b	100,31b	29,94b	113,44a	213,75b	55,88b
IBC – Palma 2	54,91c	115,38g	202,13e	42,13d	15,19d	56,75e	17,31d	66,12d	122,88e	32,50d
Acauã	56,32c	186,50c	220,13c	51,38a	25,38b	82,94c	30,69b	99,19b	182,13c	56,06b
Acauã Novo	58,94b	186,75c	216,56d	50,13b	21,50c	71,81d	28,25b	95,63b	167,44d	49,75c
H-419-3-3-7-16-4-1	55,42c	179,13c	210,44d	49,19b	22,25c	83,38c	30,69b	100,56b	183,94c	52,94b
Paraíso H 419-10-6-2-12-1	57,42c	155,56e	198,06e	48,94b	21,38c	75,75d	24,69c	83,63c	159,38d	46,06c
Paraíso H 419-10-6-2-10-1	55,18c	158,94e	194,88e	46,31c	22,81b	79,25c	26,94c	93,94b	173,19c	49,75c
CV (%)	9,67	9,68	6,29	9,43	25,76	20,01	22,16	15,63	14,05	18,66

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 03- Correlação simples (r) entre as variáveis analisadas, produtividade em sacas de café beneficiado, por hectare ($sc.ha^{-1}$), diâmetro do ramo ortotrópico (D), diâmetro de copa (Dcopa), altura de planta (Alt), número de nós do ramo ortotrópico (NRort), número de nós do ramo plagiotrópico 1 (NRP1), comprimento do ramo plagiotrópico 1 (CRP1), número de nós no ramo plagiotrópico 2 (NRP2), comprimento do ramo plagiotrópico 2 (CPR2), comprimento dos ramos plagiotrópico 1 e 2 (CTRP), número de nós dos ramos plagiotrópico 1 e 2 (NNTRP), no ano de 2018, de 35 genótipos de *Coffea arabica*, aos 36 MAP. Ceres – GO, 2018.

	sc.ha ⁻¹	D	Dcopa	Alt	NRort	NRP1	CRP1	NRP2	CRP2	CTRP	NNTRP
sc.ha ⁻¹	1,00										
D	0,17*	1,00									
Dcopa	0,36**	0,52**	1,00								
Alt	0,22**	0,69**	0,69**	1,00							
NRort	0,17*	0,24**	0,46**	0,54**	1,00						
NRP1	0,26**	0,31**	0,73**	0,49**	0,46**	1,00					
CRP1	0,24**	0,41**	0,78**	0,57**	0,38**	0,86**	1,00				
NRP2	0,12 ^{ns}	0,19*	0,64**	0,40**	0,57**	0,66**	0,59**	1,00			
CRP2	0,23**	0,46**	0,83**	0,61**	0,45**	0,67**	0,75**	0,77**	1,00		
CTRP	0,25**	0,46**	0,86**	0,63**	0,44**	0,82**	0,94**	0,72**	0,93**	1,00	
NNTRP	0,21**	0,28**	0,75**	0,49**	0,56**	0,92**	0,80**	0,90**	0,79**	0,85**	1,00

** , * equivalem à significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns = não significativo.

A correlação da variável comprimento do ramo plagiotrópico 2, aos 36 MAP, foi significativa a 1%, com o comprimento do ramo plagiotrópico 1 (0,75), o número de nós no ramo plagiotrópico 2 (0,77), o número de nós nos ramos plagiotrópico (0,79) e com o diâmetro de copa (0,83), conforme se observa na Tabela 03.

Com maior comprimento dos ramos plagiotrópico, aos 30 MAP e também aos 36 MAP, está apenas Catucaí Amarelo 2SL. Com menores valores no comprimento dos ramos plagiotrópico, aos 30 MAP estão: Oeiras MG 6851, Pau Brasil MG 1, Catiguá MG 3, Acauã 2 e 8 e IBC – Palma 2. Aos 36 MAP, no grupo dos menores valores, estão: Oeiras MG 6851, Catiguá MG 3 e IBC – Palma 2.

Conforme se observa na Tabela 03, a correlação foi significativa a 1%, entre a variável comprimento dos ramos plagiotrópico com: diâmetro de copa (0,86), número de nós no ramo plagiotrópico 1 (0,82), número de nós no ramo plagiotrópico 2 (0,72), comprimento do ramo plagiotrópico 1 (0,94), comprimento do ramo plagiotrópico 2 (0,93) e produtividade (0,25).

Avaliar número de nós é importante pois indica quantas gemas produtivas existem nos ramos plagiotrópico, sendo assim, muito relevante para a produtividade (BONOMO et al., 2004; ASSIS et al., 2018). Aos 30 MAP, oito genótipos apresentaram

maiores quantidades de nós totais nos ramos plagiotrópicos: Catucaí Amarelo IAC 062, IPR 98, IPR 100, Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 20/15 cova 479, Catucaí Vermelho 785/15, Sabiá Tardio ou Sabiá 398 e H-419-3-3-7-16-4-1. Dentre esses, o IPR 98 e o Catucaí Amarelo 2SL estão também no grupo dos genótipos com maior produtividade.

Aos 36 MAP, no grupo com as maiores quantidades de nós totais nos ramos plagiotrópicos estão: Topázio MG 1190, IPR 100, Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 20/15 cova 479, Sabiá Tardio ou Sabiá 398. Apenas o Catucaí Amarelo 2SL está no grupo dos mais produtivos. Os genótipos com menores quantidades de nós totais nos ramos plagiotrópicos, aos 30 MAP, foram: Catiguá MG 3, Acauã 2 e 8 (pertencente ao grupo dos mais produtivos também) e o IBC – Palma 2. Com menores também, mas aos 36 MAP, estão: Catiguá MG 3 e IBC – Palma 2.

A maioria das correlações das características de crescimento entre si e entre a produtividade, foi significativa, como se observa na Tabela 03. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2010), ao avaliar características de crescimento de cafeeiros nos estádios iniciais de desenvolvimento e determinar suas correlações com a primeira produtividade de lavouras cultivadas em diferentes ambientes.

Em relação à produtividade de cultivares e progênies de café arábica, sob as condições de irrigação via gotejamento na safra 2018, pode-se perceber, observando a Figura 07, que foi significativo, pela análise de variância, ao nível de 1% de probabilidade de erro. A produtividade média dos tratamentos, para nessa safra foi de 19,55 sc.ha⁻¹. De acordo com a CONAB 2018, a produtividade média de café arábica em Goiás na safra 2018, ano de bienalidade positiva, alcançou 33,09 sc.ha⁻¹, em lavouras irrigadas.

No grupo com maior produtividade estiveram os genótipos: Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 e 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catucaí Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araponga MG 1 e Obatã Vermelho IAC 1669-20. A produtividade desses genótipos citados, variou entre 21,92 e 36,61 sc.ha⁻¹. São genótipos de porte baixo, em sua grande maioria, porém, o Catucaí Amarelo 2 SL pertence também ao grupo das maiores médias de altura de planta. Plantas de porte baixo facilitam o manejo com a cultura e a colheita.

Dos treze genótipos mais produtivos, dois cultivares obtiveram produtividade superior a essa média estadual, na safra 2018, que foram o Araponga MG 1, com 36,3 sc.ha⁻¹ e Obatã Vermelho IAC 1669-20, com 36,61 sc.ha⁻¹ (aproximadamente 10,6 % a mais, de produtividade). O genótipo IPR 98 (33,0 sc.ha⁻¹) esteve na média estadual. Demonstra, então, o potencial de adaptação de alguns genótipos para o plantio nessa região.

Carvalho et al. (2012), estudando o desempenho agrônomo de cultivares de café no estado de Minas Gerais, perceberam que, em Turmalina, Catucaí Amarelo 2SL e Obatã Vermelho IAC 1669-20 estavam no grupo com maior produtividade, considerando média geral de quatro colheitas. Carvalho et al. (2017), pesquisando o comportamento de cultivares de cafeeiro, encontraram que nos municípios de Lavras e Patrocínio, dentre três grupos, Araponga MG 1 estava no grupo dos menos produtivos, considerando uma média de produtividade nas safras 2011/2012 e 2012/2013.

O grupo dos que apresentou produtividade média, estiveram nove cultivares [Paraíso MG 419-1, Catiguá MG 3, IPR 104, Tupi IAC 1669-33, Catucaí Amarelo IAC 062, IPR 99, IPR 100, IPR 103, Catucaí Amarelo 20/15 cova 479, Sabiá Tardio ou Sabiá 398] e três progênies avançadas [23II, H-419-3-3-7-16-4-1e Paraíso H 419-10-6-2-12-1]. A média deles variou entre 15,2 e 20,6 sacas de café beneficiado por hectare.

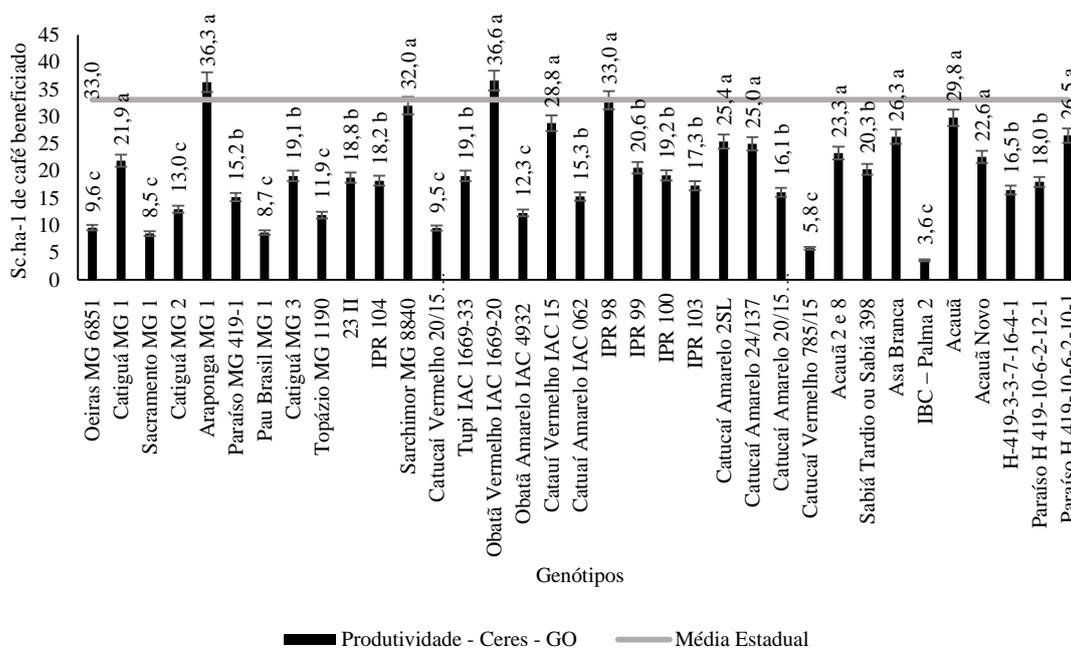


Figura 07- Produtividade de café beneficiado (sacas de 60 Kg/ha) de 35 genótipos de *Coffea arabica*, comparada com a produtividade média, do estado de Goiás, na safra 2018.

Dentre os 35 genótipos avaliados, nove deles apresentaram menor produtividade: Oeiras MG 6851, Sacramento MG 1, Catiguá MG 2, Pau Brasil MG 1, Topázio MG 1190, Catucaí Vermelho 20/15 cova 476, Obatã Amarelo IAC 4932, Catucaí Vermelho 785/15, IBC – Palma 2. A produtividade, (sacas de 60Kg de café beneficiado) desse grupo variou de 3,6 a 13,0 sacas de café beneficiado por hectare. O IBC – Palma 2 foi o genótipo menos produtivo, sendo assim, o menos indicado para essas condições de cultivo, pois, rendeu apenas 3,62 sc.ha⁻¹, o que representa aproximadamente 89,1% a menos que a média estadual.

5.4 CONCLUSÕES

Houve diferença no crescimento e na produtividade dos genótipos avaliados.

Existe correlação positiva dos caracteres vegetativos entre si e entre eles e a produtividade, na segunda safra, do cafeeiro.

Catucaí Amarelo 2SL apresentou maior crescimento que os demais genótipos avaliados.

Os genótipos Catiguá MG 1, Acauã Novo, Acauã 2 e 8, Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 2SL, Asa Branca, Paraíso H 419-10-6-2-10-1, Catucaí Vermelho IAC 15, Acauã, Sarchimor MG 8840, IPR 98, Araponga MG 1 e Obatã Vermelho IAC 1669-20 foram os que tiveram a maior produtividade, no ano de 2018.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R. et al. Conserving wild Arabica coffee: Emerging threats and opportunities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.237, p.75–79, 2017

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998. 300p.

ASSIS, G. A. et al. Crescimento e produtividade de cafeeiros na região do Alto Paranaíba em função do tipo de poda e uso de desbrota. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 16, n. 2, p. 9 – 21, 2018.

BONOMO, P. et al. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. *Bragantia*, SP, v. 63, n.2, p.207-219, 2004.

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.

CARVALHO, A.M. de. et al. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.3, p.269–275, 2010.

CARVALHO, A.M. de. et al. Desempenho agrônômico de cultivares resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais, Brasil. *Bragantia* [on line], v.71, n.4, p.481-487, 2012.

CARVALHO, A. M. et al. Comportamento de cultivares de cafeeiro sob a incidência das doenças da ferrugem e cercosporiose em dois ambientes de cultivo. *Coffee Science*, Lavras, v. 12, n. 1, p. 100-107, jan./mar. 2017.

CASTANHEIRA, D. T. et al. Potencial de utilização de características anatômicas e fisiológicas na seleção de progênies de cafeeiro. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 3, p. 375 – 386, jul./set. 2016.

CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Relatório Mensal de Exportações – dezembro de 2018. Disponível em:< <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira – quarto levantamento. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafes>> v.5, p.1-84, 2018. DOI: ISSN 2318-7913.

CRAPARO, A.C.W. et al. Coffea arabica yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.207, p.1–10, 2015. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.03.005.

DAMATTA, F.M.; RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. IN: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., Poços de Caldas, 2002. Anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 9-44.

DIAS, K.G.L.; GUIMARÃES, P.T.G.; NETO, A.E.F.; REIS, T.H.P.; OLIVEIRA,

C.H.C.; FIGUEIREDO, V.C. Produtividade de cafeeiros submetidos a fontes e doses elevadas de fósforo. IN: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., Salvador, BA, 2013.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ...[et al.]. – 3 ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. de. Irrigação do Cafeeiro no Cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização de florada. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. 4p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 122).

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

GUIMARÃES, P.T.G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds). Recomendações para uso de corretivos fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

HERRERA, Juan Carlos & Lambot, Charles. Chapter 1 – The Coffee Tree – Genetic Diversity and Origin. P. 1-16. In FOLMER, B. The Craft and Science of Coffee, Amsterdam: Academic press, p.529, 2017.

ICO (1), INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Record exports in coffee year 2017/2018. Available on: http://www.ico.org/show_news.asp?id=67. Access in: 24 Nov. 2018.

ICO (2), INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. World coffee production reaches 160 million and consumes 159 million bags in coffee year 2017/2018. Available on: http://www.ico.org/show_news.asp?id=671. Access in: 20 Nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Estações automáticas: gráficos. Disponível em:<
http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>Acesso em: 08 dez 2018.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B. Dos S.; BENASSI, M. De T. Bioactive compounds content in roasted coffee from traditional and modern *Coffea arabica* cultivars grown under the same edapho-climatic conditions. Food Research International, v.61, p.61–66, 2014.

KROHLING, C.A. et al. Adaptation of progenies/cultivars of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in mountainous edafoclimatic conditions. Coffee Science, Lavras, MG, v.13, n.2, p. 198-209, jun/set, 2017.

LAMBOT, C. et al.. Cultivating coffee quality: Terroir and agro ecosystem. p. 17-49. En: FOLMER, B. The craft and science of coffee. Academic press, Amsterdam, Netherlands, p.529, 2017.

MARTINEZ, H.E.P. et al. Crescimento vegetativo de cultivares de café (Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 4, p. 481-489, 2007.

MATIELLO J.B.; GARCIA A.W.R. & ALMEIDA S.R. Como formar cafezais produtivos. 1ªed. Varginha, MG, Fundação Procafé, p.150, 2009.

MATIELLO, J.B. et al. Cultura do Café no Brasil. Manual de Recomendações. 7. ed. MAPA / Fundação Procafé. Rio de Janeiro, RJ e Varginha, MG, p.584, 2016.

MEIRELES, E.J.L.; CAMARGO, M.B.P. DE; PEZZOPANE, J.R.M.; THOMAZIELLO, R.A.; FAHL, J.I.; BARDIN, L.; SANTOS, J.C.F.; JAPIASSÚ, L.B.; GARCIA, A.W.; MIGUEL, A.E.; FERREIRA, R.A. Fenologia do Cafeeiro: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola 2004-2005. Embrapa Informação Tecnológica p.128, 2009.

MENDONÇA, R.F. de; RODRIGUES, W.N.; MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A. Abordagem Sobre a Bienalidade de Produção em Plantas de Café. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v.7, p.1-9, 2011.

OLIVEIRA, L.F.C. et al. Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.37, n.3, p.154-162, jul./set. 2007.

ROCHA, O.C. et al. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.51, n. 9, p.1476-1483, Sept. 2016.

RODRIGUES, W.P.; VIEIRA, H.D.; BARBOSA, D.H.S.G.; VITTORAZZI, C. Growth and yield of *Coffea arabica* L. in Northwest Fluminense: 2nd harvest. *Revista Ceres*, Viçosa, v.59, n.6, p.809-815, Nov./Dec. 2012.

RODRIGUES, W.P.; SILVA, J.R.; FERREIRA, L.S.; FILHO, J.A.M.H.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; FERRAZ, T.M.; BERNADO, W.P.; BEZERRA, L.B.S.; ABREU, D.P. DE; CESPOM, L.; RAMALHO, J.C.; CAMPOSTRINI, E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. **Crop and Pasture Science**, v.69, p.317-325, 2018. DOI: 10.1071/CP17044.

RONCHI, C.P. et al. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao deficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.50, n.1, p.24-32, 2015.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

VICENTE, M. R. et al. 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, jul. / set., 2015.

6. CONCLUSÃO GERAL

As fases fenológicas de cafeeiros irrigados e submetidos ao estresse hídrico para induzir a uniformidade na floração, coincidem nas diversas estações do ano, comprometendo as trocas gasosas em fases fenológicas determinadoras da produtividade.

A fase de enchimento do fruto apresentou maior eficiência fotossintética, nos três horários avaliados.

Catuaí Amarelo 2SL apresentou maior eficiência fotossintética, entre 12 e 13 horas.

Observa-se sinais de fotoinibição em função dos horários avaliados de acordo com a temperatura foliar e radiação.

Houve diferença no crescimento e na produtividade dos genótipos avaliados.

Existe correlação positiva dos caracteres vegetativos entre si e entre eles e a produtividade, na segunda safra, do cafeeiro.

Catuaí Amarelo 2SL apresentou maior crescimento que os demais genótipos avaliados.

Os genótipos Obatã Vermelho IAC 1669-20 (36,6), Araponga MG 1 (36,3), IPR 98 (33,0), Sarchimor MG 8840 (32,0), Acauã (29,8), Catuaí Vermelho IAC 15 (28,8), Paraíso H 419-10-6-2-10-1 (26,5), Asa Branca (26,3), Catuaí Amarelo 2SL (25,4), Catuaí Amarelo 24/137 (25,0), Acauã 2 e 8 (23,3), Acauã Novo (22,6) e Catiguá MG 1 (21,9) foram os que tiveram a maior produtividade, no ano de 2018.

7. APÊNDICE

Tabela 01: Relação dos tratamentos do experimento (cultivares e progênes de porte baixo, instituição mantenedora do registro (MAPA, 2013) e classificação geral da época de maturação e

N ^o	Cultivar / progênie	Instituição mantenedora	Época de maturação ^{*1}	Reação à ferrugem ^{*2}	Reação a nematóides ^{*2}
1	Oeiras MG 6851	EPAMIG	P	MR	S
2	Catiguá MG 1	EPAMIG	M	AR	S
3	Sacramento MG 1	EPAMIG	M	AR	S
4	Catiguá MG 2	EPAMIG	M	AR	S
5	Araponga MG 1	EPAMIG	M	AR	S
6	Paraíso MG 419-1	EPAMIG	M	AR	S/R ao Me.
7	Pau Brasil MG 1	EPAMIG	M	AR	S
8	Catiguá MG 3	EPAMIG	M	AR	R ao Me.
9	Topázio MG 1190	EPAMIG	M	S	S
10	23 II	EPAMIG			
11	IPR 104	IAPAR			
12	Sarchimor MG 8840	EPAMIG	M	AR	AR ao Me.
13	Catuaí Vermelho 20/15 cova 476	PROCAFÉ	M	MR	S
14	Tupi IAC 1669-33	IAC	P	AR	S
15	Obatã Vermelho IAC 1669-20	IAC	MT	AR	S
16	Obatã Amarelo IAC 4932	IAC			
17	Catuaí Vermelho IAC 15	IAC			
18	Catuaí Amarelo IAC 062	IAC	T	S	S
19	IPR 98	IAPAR	ST	AR	S
20	IPR 99	IAPAR	M	R	-
21	IPR 100	IAPAR	T	S	R ao Mp.
22	IPR 103	IAPAR	T	MR	S
23	Catuaí Amarelo 2SL	PROCAFÉ	M	MR	S
24	Catuaí Amarelo 24/137	PROCAFÉ	M	MR	S
25	Catuaí Amarelo 20/15 cova 479	PROCAFÉ	M	MR	S
26	Catuaí Vermelho 785/15	PROCAFÉ	P	MR	R ao Me.
27	Acauã 2 e 8	PROCAFÉ			
28	Sabiá Tardio ou Sabiá 398	PROCAFÉ	MT	MR	S
29	Asa Branca	PROCAFÉ			
30	IBC – Palma 2	PROCAFÉ	M	MR	S
31	Acauã	PROCAFÉ	MT	AR	MR ao Me.
32	Acauã Novo	PROCAFÉ	MT	AR	MR ao Me.
33	H-419-3-3-7-16-4-1	EPAMIG	-	-	-
34	Paraíso H 419-10-6-2-12-1	EPAMIG	-	-	-
35	Paraíso H 419-10-6-2-10-1	EPAMIG	-	-	-

1 = média, MT = muito tardia, P = precoce, ST = semitardia, T = tardia; ^{*2} AR = altamente stente, MR = mod. Resi resistente, R = resistente, S = suscetível, Me. = *Meloidogyne exigua*, . = *Meloidogyne paranaenses*, - = sem informação.

nível de reação à ferrugem e nematóides.