

Avaliação do desenvolvimento inicial do cafeeiro sob condições de cultivo em sistema convencional e agroecológico



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-004>

Lucas Dilan Martins Corrêa

Graduando em Engenharia Agrônoma IFTM - campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7376-9876>

Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto

Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas - ESALQ/USP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5822-2787>

Igor Souza Pereira

Doutor em Fitopatologia – UFLA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1158-119X>

Fernanda Vital Ramos de Almeida

Mestre em Ciências Biológicas – UNESP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9457-1792>

Fernando Cesar Ferreira

Engenheiro Agrônomo IFTM - campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8923-1277>

Lucas Fernando Faria Lobato

Engenheiro Agrônomo IFTM - campus Uberlândia,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0960-6541>

Marly Carolina Macena da Silva

Graduanda em Engenharia Agrônoma IFTM – campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7946-0015>

Júlio César Neves dos Santos

Doutor em Engenharia Agrícola - UFC

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9466-5158>

Henrique Gualberto Vilela Penha

Doutor em Ciência do Solo- UFLA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1574-5649>

RESUMO

Apesar da cafeicultura no Brasil se destacar, colocando-o como o maior produtor e exportador do mundo, verifica-se que muitos impactos socioambientais foram sendo desencadeados durante esse processo. Nesse sentido, várias alternativas estão surgindo para o desenvolvimento de uma agricultura que seja mais sustentável. Os sistemas agroflorestais ou agroecológicos (SAF's ou Agrofloresta), são sistemas produtivos que combinam culturas agrícolas com árvores florestais e frutíferas na mesma área, buscando uma utilização mais eficiente dos recursos naturais como solo, água e energia. Partindo dessa premissa, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de cafeeiros do cultivar “Catuaí Amarelo” em sistemas de cultivo convencional e agroecológico, visando verificar o seu efeito no desenvolvimento da espécie em campo, por meio da determinação de parâmetros morfológicos de altura e diâmetro de colo. O experimento foi instalado na área do Núcleo de Estudos em Agroecologia do IFTM campus Uberlândia e as práticas agrícolas na condução dos dois tratamentos (convencional e agroecológico) respeitaram os conceitos e o manejo envolvidos em cada sistema. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8m entre plantas e 2m entre linhas e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 repetições de 30 plantas. Para a coleta dos parâmetros morfológicos foram realizadas quatro avaliações com o intervalo de 45 dias entre elas. Os resultados mostraram que, durante o período avaliado, as plantas de café cultivadas em sistema agroecológico apresentam valores de altura e diâmetro do colo significativamente maiores que os obtidos para as plantas cultivadas em sistema convencional.

Palavras-chave: Café, Sistema Agroflorestal, Sustentabilidade.



1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das principais *commodities* comercializadas no mundo, o café (*Coffea arabica* e *C. canephora*) é produzido em mais de 60 países em desenvolvimento e é consumido principalmente nos chamados países desenvolvidos, onde pelo menos 14 desses países têm no café 10% ou mais de suas receitas em exportações. Aliado a isso, a Organização Mundial do Consumidor (OMC) ressalta que cerca de 25 milhões de pessoas tem seu sustento dependente da cafeicultura, bem como 100 milhões de pessoas devem estar envolvidas nos processos da cadeia produtiva do café, o que endossa a importância do desenvolvimento sustentável desse mercado (TRAUER et al., 2017).

Em nosso país, a cafeicultura tem grande importância devido a sua ampla capacidade produtiva, posicionando o Brasil como o maior produtor e exportador de café do mundo (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019). De acordo com o a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2020), no Brasil há seis estados produtores de café sendo a liderança ocupada pelo estado de Minas Gerais.

A grande maioria das lavouras cafeeiras brasileiras são formadas por cultivares da espécie arábica (*Coffea arabica*), em torno de 70% das áreas cultivadas, resultando na obtenção de um produto de boa qualidade e maior aceitação no mercado consumidor. A área destinada à cafeicultura nacional em 2022 foi de 2.242,1 mil hectares, sendo 1.841,5 mil hectares para lavouras em produção, com crescimento de 1,8% sobre a safra 2021, e 400,6 mil hectares de área em formação, o que representa uma redução de 4,5% de área em comparação à safra passada. Das lavouras em produção, estima-se que 1.452,6 mil hectares foram dedicados ao café arábica, enquanto 389 mil hectares ao café conilon (CONAB, 2022).

Na safra 2022, Minas Gerais aparece como estado com a maior área em produção e formação de café, destinou 1.334,2 mil hectares, entre áreas em produção e áreas em formação, aumento de 2,8% em relação à safra 2021, e é responsável por 60% de toda a área cultivada no país. O Espírito Santo, com 446,3 mil hectares que equivalem a 20%, como segundo maior produtor (CONAB, 2022; EMBRAPA, 2020).

Dentre as regiões produtoras de café no Brasil, destaca-se a região do Cerrado Mineiro, que é caracterizado por apresentar alta qualidade devido, além de outros fatores, às condições climáticas favoráveis principalmente na época da colheita, quando o clima é mais seco, com baixa umidade do ar, evitando riscos de fermentação dos frutos nas plantas e/ou após a colheita, com os devidos cuidados dos cafeicultores. As variedades comerciais atualmente mais plantadas no Cerrado Mineiro são Catuaí e Mundo Novo. Essas variedades plantadas em diferentes linhagens são susceptíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) e fitonematoides (*Meloidogyne* spp.), no entanto, novas variedades estão sendo implantadas na região, com destaque para aquelas classificadas como resistentes e/ou tolerantes a esses problemas fitossanitários, com destaque para a variedade Icatu,



Catucaí, Oeiras, Paraíso, Tupi, etc. (FERNANDES et al., 2012; GIUNTI et al., 2017a).

A escolha da variedade a ser plantada é essencial para o bom desenvolvimento da cultura e aspectos como adaptação às condições edafoclimáticas locais, potencial e estabilidade de produção, tolerância/resistência às principais pragas e doenças incidentes na cultura, porte das plantas, características e época de maturação dos frutos devem ser considerados nessa decisão, pois refletirão no desempenho futuro das lavouras (SOUZA et al., 2004).

O café do Brasil tornou-se um dos principais produtos econômicos, gerando riquezas e impulsionando o desenvolvimento em todos os setores da atividade agrícola e industrial, mantendo-se, até hoje, como um dos principais produtos de nossa carteira de exportações. Para o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil – CECAFE (2019), cerca de 70% do comércio global de café tem origem em lavouras brasileiras, suprimindo mais de 35% do total anualmente consumido.

Com relação ao consumo, a Organização Internacional do Café – OIC (2020) afirma que o Brasil é a nação que mais consome café no mundo, seguido pelos Estados Unidos. Em 2019, o Brasil consumiu 21,5 milhões de sacas de café de 60Kg, o que representa 33% de todo o consumo global. Segundo dados apresentados pelo relatório do Consórcio Pesquisa Café 2020 (CPC), o volume global de consumo, no período 2019-2020, atingiu 169,34 milhões de sacas de 60 kg (CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ - CNC, 2019). Dois terços desse total são consumidos na União Europeia e nos Estados Unidos (OIC, 2020). Embora o Brasil exerça o papel de maior protagonista no consumo mundial desse produto agrícola, os brasileiros consomem anualmente apenas, 5,1 kg de café, ocupando a oitava posição, quando comparado ao consumo *per capita* de outras nações. Apesar de menos populosos que o Brasil, os países do Norte europeu lideram o ranking de consumo *per capita*. A Holanda, a Finlândia e a Suécia ocupam as três primeiras posições consumindo um volume superior a 7,5 kg de café/indivíduo/ano (RODA, 2022).

Motivado pela significativa participação do Brasil na teia global de comercialização, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) elaborou três cenários estratégicos sobre o comportamento da demanda global pelo produto, para o período de 2019 até 2030, atribuindo diferentes taxas de crescimento, variando entre 1,5% até 2,5% ao ano. Assumindo um dos cenários, ou seja, fixando a taxa de crescimento da demanda em 2,0% ao ano, as nações do planeta consumirão em 2030, aproximadamente, 208,80 milhões de sacas de 60 kg de café. Para que o Brasil continue na posição de maior, mais importante e mais confiável fornecedor global, obrigatoriamente deverá aumentar sua produção para 74 milhões de sacas de 60kg em 2030 (EMBRAPA, 2019). O histórico da produtividade média em lavouras de café no Brasil, no período de 2001 a 2020, apresentou crescimento e bialidade. Comparando safras de 2012 e 2020 observa-se um aumento da produtividade de 24,97 para 28,24 sacas de 60kg/ha (CONAB, 2021).

Apesar dessa demanda mundial ser crescente, picos de oferta e retração são observados uma



vez que o ciclo fenológico dos cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. em território nacional apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas, que ocorrem em aproximadamente 2 anos (bienalidade), atividade diferente daquela da maioria das plantas, que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (CAMARGO; CAMARGO, 2001). O ciclo biennial ocorre devido ramo de café apresentar funções vegetativas e reprodutivas, simultaneamente, fator fisiológico que explica o aumento da produtividade em um ciclo, chamado de positivo, e a redução da produtividade no ciclo seguinte, denominado ciclo negativo. Esse fenômeno fisiológico é decorrente do destino da energia e dos nutrientes absorvido e sintetizados pela planta, ou seja, em um ciclo as reservas nutricionais são dedicadas à emissão e enchimento do grão, no ciclo subsequente os nutrientes serão direcionados para o crescimento da planta (RODA, 2022). Esses aspectos tornam o manejo da cultura mais cuidadoso e resultam numa maior flutuação de produção e produtividade em nosso país, que certamente interfere sobremaneira no mercado mundial de café.

Embora a cafeicultura no Brasil se destaque no aspecto econômico e geração de empregos, verifica-se que muitos impactos socioambientais foram sendo desencadeados durante esse processo de cultivo em especial em Minas Gerais e na região do Triângulo Mineiro onde o bioma Cerrado está inserido. Nesse sentido, várias alternativas estão surgindo para a integração de uma agricultura que seja mais sustentável na prática de manejo (LOPES, 2006). Partindo dessa premissa, a pesquisa brasileira vem sendo impulsionada para a busca de soluções mais ecológicas e economicamente viáveis, principalmente para os pequenos e médios agricultores.

No Cerrado Mineiro, macrorregião sob ação de influência da Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé (COOXUPÉ), há uma forte adoção de práticas conservacionistas do solo, como o plantio de lavouras em nível, utilização de bacias de contenção, terraceamento das lavouras, a roçada manual ou mecanizada da vegetação espontânea das entrelinhas do cafeeiro, mantendo-as com cobertura vegetal entre outras práticas (GIUNTI, et al., 2017 B). No entanto, há uma baixa adoção de sistemas alternativos ao sistema convencional de condução da lavoura cafeeira na região do Cerrado Mineiro, em que se estima que somente 0,15% da área de café arábica nessa área seja sob o sistema orgânico, não sendo relatada a adoção do sistema agroflorestal entre os cooperados da COOXUPÉ (GIUNTI et al., 2017 A)

Relatórios produzidos pelo “World Coffee Research” (WCR) confirmam que o aumento da temperatura do ar, associado às alterações nos padrões pluviométricos, interfere na produtividade e na qualidade da bebida do café. Adicionalmente, essas mudanças contribuem na intensidade da presença de insetos-pragas e na severidade das doenças, afetando a produção e a aplicabilidade dos modelos de previsão de estimativa de produção de safra. A consequência dessas ameaças combinadas poderá ser mensurada através da redução pela metade do total das áreas edafoclimáticas ideais e aptas para o cultivo de café em 2050 (WCR, 2021).



No meio rural, o desmatamento e as atividades agropecuárias praticadas de forma predatória vêm causando extinção de espécies de plantas e animais, redução da quantidade e qualidade de água disponível, aumento de temperatura, mudanças no regime de chuvas, diminuição da produtividade agrícola, erosão do solo e até mesmo a desertificação de extensas áreas. Tal degradação ameaça inclusive a própria permanência dos seres humanos nestas regiões, fazendo com que populações rurais se desloquem para as cidades à procura de emprego, o que agrava os problemas sociais, econômicos, ambientais e inclusive culturais com a perda da identidade camponesa, gerando um ciclo vicioso (MICCOLIS et al., 2016).

Nesse interim, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA (2023), alerta para a escalada de preços dos insumos agrícolas a qual foi o maior responsável pelo aumento dos custos de produção da agropecuária nos últimos anos. Na cafeicultura, o Custo Operacional Efetivo do tipo arábica teve aumento de 15% em relação ao levantamento realizado em 2020. No entanto é necessário ter-se cautela com relação a essa aquisição de insumos utilizados na agricultura convencional. Além de causar um aumento do custo de produção à cultura, o uso de agroquímicos minimiza os danos causados pelas pragas e doenças num curto espaço de tempo, sendo necessária a utilização contínua dos agrotóxicos. No processo de transição agroecológica sabe-se que o rompimento do uso de agroquímicos ocorre de maneira gradual ao longo do tempo (FEIDEN, 2002). Dessa forma, podem-se compreender dinâmicas de equalizar a produtividade no agroecossistema cafeeiro de maneira cada vez mais sustentável.

A agricultura sustentável é vista como uma possibilidade de se promover transformações sociais, econômicas e ambientais em todo sistema agroalimentar, passando pelas pesquisas na área agrícola e social, pelos hábitos de consumo alimentar ou pela revisão das relações entre os países desenvolvidos e não desenvolvidos. São transformações que levam em conta a democratização do uso da terra, a erradicação da fome e da miséria e a promoção de melhorias na qualidade de vida de centenas e milhões de habitantes e, nesse contexto destacam-se os sistemas agroecológicos (LOPES et al., 2012 e 2014).

Os sistemas agroflorestais são uma excelente alternativa com a intensão de aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O processo representa a mudança das bases da produção, com adoção de práticas que visam à conservação dos recursos naturais e ao bem-estar da população. A transição agroecológica é uma adaptação gradativa do modo de produção agrícola convencional para um modelo de base ecológica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004 p.12).

Desde 2015 a Organização Mundial do Café (OMC), constituída por representantes de 74 países e 26 associações produtores de café, coordena e monitora as ações de sustentabilidade social e ambiental voltadas ao setor cafeeiro (OIC, 2020). Nas diferentes fases fenológicas da planta, os reflexos dessas condições ambientais se expressam diretamente no desenvolvimento vegetativo e geram



impactos tanto na produtividade como, também, na qualidade da bebida (RODA, 2022).

Os sistemas agroflorestais, agroecológicos e biodiversos, também conhecidos como SAF's ou Agrofloresta, são sistemas produtivos que combinam culturas agrícolas com árvores florestais e frutíferas na mesma área, buscando uma utilização mais eficiente dos recursos naturais como solo, água e energia (LOPES et al., 2014).

Apesar do crescente reconhecimento quanto à importância do envolvimento do ser humano para a sustentabilidade dos processos de restauração ecológica, ou seja, conservação, muitas iniciativas de “restauração de áreas degradadas” ou de “recomposição da vegetação nativa” não levam em conta as necessidades e potencialidades das pessoas e comunidades que ocupam aquelas terras. Em vista dos altos custos e falta de retorno financeiro de projetos de restauração com métodos convencionais, é preciso encontrar formas de restauração mais eficientes e que considerem as pessoas que habitam e, portanto, atuam sobre a paisagem, de forma a envolvê-las permanentemente na conservação e manejo dos recursos naturais. Os sistemas agroflorestais (SAFs) trazem diversas oportunidades para incluir o ser humano nos processos de restauração das áreas alteradas e, ao mesmo tempo, incorporar árvores nas paisagens agrícolas (MACHADO et al., 2020).

Na avaliação da qualidade do desenvolvimento inicial de plantas de espécies de porte arbóreo, são levados em consideração aspectos morfológicos e/ou fisiológicos. Os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise, entretanto os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas e plantas no seu desenvolvimento inicial e o seu uso e mensuração tem sido justificado pela facilidade de medição e/ou visualização tanto em condição de campo quanto de viveiro. A qualidade das mudas e o desenvolvimento inicial das espécies, em campo, refletem no crescimento futuro destas e, portanto, pode interferir na produtividade da área (INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIAIS; 1992).

Desse modo, partindo da premissa de avaliar o desenvolvimento inicial da cultura do cafeeiro, aliado às demandas atuais por modos alternativos na produção de alimentos de forma sustentável o presente trabalho objetivou avaliar e comparar parâmetros morfológicos no desenvolvimento inicial de café em dois sistemas de produção, sendo eles o convencional e o agroecológico, em área estabelecida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), *campus* Uberlândia-MG e com isso gerar conhecimentos científicos e tecnológicos visando encontrar um equilíbrio de transição entre o sistema convencional e agroflorestal e assim fortalecer o uso de práticas agrícolas mais sustentáveis.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL, IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS E CONDUÇÃO.

Os experimentos foram instalados no ano de 2019 em sistema agroflorestal e convencional mantidos pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) do IFTM - Uberlândia, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) *campus* Uberlândia, localizado na Fazenda Sobradinho, em Uberlândia-MG, cujas coordenadas geográficas apresentam 18°45'57.1"S (latitude sul) e 48°17'36.8"W (longitude norte).

O campo experimental do NEA, utilizado nesse trabalho, ocupa uma área total de 600 m² sendo, 300m² destinados à área de cultivo convencional e 300m² à área de cultivo agroecológico que constituíram os tratamentos experimentais.

Mudas de café (*Coffea arabica* L.) da cultivar Catuaí Amarelo, cultivadas em sistema convencional, foram adquiridas em viveiro comercial do município de Araguari-MG. Para cada tratamento foram utilizadas noventa (90) mudas de Catuaí Amarelo, com 6 pares de folhas, perfazendo um total de 180 plantas de café cultivadas em espaçamento de 0,8m entre mudas e 2m entre linha. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado contendo 3 repetições de 30 plantas por tratamento.

A implantação dos dois tratamentos, convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC) foi feita com cultivo mínimo, ou seja, sem revolvimento do solo. Para o plantio das mudas, foram abertas manualmente, com auxílio de enxada e cavadeira, covas com as dimensões de 0,4m de x 0,4m x 0,4m respeitando-se as recomendações indicadas para a cultura (MATIELLO et al, 2015). Na condução do experimento, as práticas agrícolas respeitaram os conceitos e o manejo próprios para o café em cada sistema de cultivo. O preparo da área experimental no NEA e o estabelecimento da cultura nos dois tratamentos são apresentados a seguir (Figura 1).

Figura 1: Plantas de café em estágio inicial de desenvolvimento, sendo A: na área convencional (CONV) e B: área agroflorestal/agroecológica (AGROEC).



O sistema agroflorestal, já havia sido instalado previamente, 3 anos da implantação desse experimento com o plantio de espécies olerícolas tais como, couve, cebolinha, coentro, rúcula, alface,



almeirão entre outras, consorciadas com espécies arbóreas pioneiras tais como o guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), eucalipto (*Eucaliptus* spp.) e Baru (*Dipteryx alata* Vog) entre outras. Além de bananeiras (*Musa* sp.), mamoeiros (*Caricae papaya* L.) e açafraão-da-terra (*Curcuma longa* L.). Ao passo que o sistema convencional foi instalado em área adjacente ao sistema agroflorestal, em área coberta por pastagem degradada e sem uso nos últimos 3 anos previamente à implantação desse experimento.

O plantio ocorreu na primeira quinzena de dezembro de 2019 e a instalação do sistema de irrigação por aspersão convencional foi instalado no mês de janeiro do ano 2020. Ambos os tratamentos foram irrigados nos momentos críticos déficit hídrico, observados visualmente, e com os mesmos volumes de água aplicados devido à disposição do sistema de irrigação.

Previamente ao plantio, no sistema convencional (CONV), fez-se a correção do solo pela aplicação de calcário dolomítico PRNT 80 em cobertura e sem incorporação, considerando-se as necessidades da cultura, conforme recomendação calculada de acordo com a 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999) para a instalação de café em sistema convencional.

Ainda no sistema convencional, para o plantio, foi utilizado como adubação de base, 200 g de NPK 4-14-8, 100 g de calcário dolomítico PRNT 80 e 20 g de Yoorin Mg[®], composto por 18% de P₂O₅ total, 18% de Ca, 7,0% de Mg e 10% de Si por cova, nas dimensões descritas previamente. No primeiro ano, ainda sob recomendação para implantação da cultura realizou-se a aplicação de 40g de uréia por planta dividida em duas aplicações, nos meses de janeiro e fevereiro. Foram realizadas cerca de 15 aplicações de inseticida para controle de formiga saúva (*Atta* sp.) na área de tratamento convencional (CONV) e para esse fim o monitoramento foi frequente.

Para o plantio em sistema agroecológico, a adubação de base na cova, foi utilizado 20g de Yoorin Mg[®], da mesma composição descrita previamente e certificada pelas normas do IBD em acordo com as principais diretrizes/normas de produção orgânica e 100g de cama de frango curtida. Tais insumos foram misturados ao solo manualmente.

Ainda na área sob sistema agroflorestal, após o plantio das mudas, foi realizado em cobertura a deposição de resíduo de manejo das plantas espontâneas, poda de bananeiras (*Musa* sp.) e das espécies florestais presentes na área de sistema agroecológico em que se destaca o Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), Eucalipto (*Eucaliptus* spp.) e Baru (*Dipteryx alata* Vog). Ao mesmo tempo, foi plantado feijão de porco (*Canavalia ensiformis* Dc.) com o objetivo do fornecimento de nitrogênio assimilado pelo mesmo e de outros nutrientes resultantes da sua decomposição, ou seja, uma adubação verde. Os resíduos vegetais eram adicionados em cobertura mensalmente, exceto o material verde oriundo do corte do feijão de porco que foi incorporado pelo uso de enxada no momento de sua floração, evitando-se o semeio na área. No sistema agroecológico (AGROEC) a adoção das práticas de manejo observou o princípio da dinâmica de adubação orgânica, com o uso de esterco e



cama de frango e também de adubação verde. Foram realizadas as etapas de manejo de poda e roçagem das áreas mantendo os canteiros sempre cobertos.

Ambas as áreas o manejo das plantas espontâneas foi realizado de acordo com a necessidade em cada sistema, evitando-se a competição com as plantas de café. Em ambos os sistemas foram realizadas roçadas manuais na entrelinha, com o auxílio de uma roçadeira mecânica à gasolina e de facões quando necessário ou viável. O manejo das plantas espontâneas nas linhas, foi mínimo no sistema agroflorestal, sem a retirada do material cortado da proximidade das mudas enquanto sob o sistema convencional, foi realizado o coroamento das covas, eliminando-se plantas espontâneas da proximidade das mudas. No sistema convencional havia uma prevalência de gramíneas do gênero *Brachiaria* sp. enquanto no sistema agroflorestal, uma diversidade maior de espécies foi constatada com ênfase à *Brachiaria* sp., *Trapoeraba* sp. e *Amaranthus* sp.

2.2 PARÂMETROS AVALIADOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Em cada um dos sistemas de cultivo, convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC), foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos aos 45 dias após o plantio: a) Altura da parte aérea (H): corresponde à distância da superfície do substrato à folha mais alta, em centímetros e b) Diâmetro do colo (D). As plantas (mudas) utilizadas na implantação dos experimentos se encontravam no mesmo estágio de desenvolvimento e foram realizadas quatro avaliações com o intervalo de 45 dias entre elas.

De posse desses resultados, os mesmos foram organizados no programa Excell for Windows, em seguida analisados estatisticamente utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019) aplicando-se a análise de variância pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade e em seguida fez-se a comparação de médias por meio do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas quatro avaliações dos parâmetros morfológicos de altura e diâmetro de colo das plantas de café visando acompanhar o desenvolvimento inicial das plantas nos dois sistemas de produção, convencional e agroecológico.

Avaliando-se as variáveis altura e diâmetro de colo do cafeeiro, observou-se por meio da ANOVA que existe diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos CONV (sistema convencional) e o AGROEC (sistema agroecológico). Os resultados obtidos revelam que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis estudadas (Tabela 1).

Na 1ª avaliação podemos observar que, para o parâmetro altura, as plantas de café no sistema convencional, tiveram 27,61cm. Já no sistema agroecológico, resultou no desenvolvimento de 32,19 cm de altura. Por meio dos dados foi possível observar que, tais resultados diferem estatisticamente



entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey, com maior desenvolvimento em altura para o sistema agroecológico. O mesmo aconteceu para as médias de diâmetro sendo o sistema convencional de 6,14 mm e o sistema agroecológico de 6,77 mm.

Tabela 1. Médias de altura e diâmetro de colo de plantas de café em cultivo convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC) em cada avaliação.

Variável	Tratamento	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
Altura	Convencional Média (sd)	27,61(7,73) ^b	36,40(6,04) ^b	48,94(5,16) ^b	57,62(6,61) ^b
	Agroecológico Média (sd)	32,19(4,83) ^a	41,06(2,90) ^a	58,20(4,36) ^a	72,18(10,28) ^a
Diâmetro	Convencional Média (sd)	6,14(1,18) ^b	7,78(0,97) ^b	9,79(1,28) ^b	12,74(1,72) ^b
	Agroecológico Média (sd)	6,77(0,74) ^a	8,33(0,52) ^a	10,45(1,31) ^a	14,81(2,34) ^a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Para Freitas et al. (2007), as médias encontradas referentes ao crescimento em altura e diâmetro de plantas de café no período de 6 e 12 meses de idade para o Catuaí Amarelo (IAC 62-148) foi de 35,15cm de altura e diâmetro de 11,37mm. Já para o cultivar Catuaí Amarelo (IAC 66) os valores médios obtidos foram de 35,03cm de altura e o diâmetro de 11,31mm.

Santos (2019), estudando lâminas de irrigação no cultivo de cafeeiros encontrou aos 120 dias, para o cultivar Catuaí Vermelho valores médios de 5,10mm de diâmetro de colo e de 19,25cm de altura. Peloso et al. (2017), também trabalhando com porcentagens de umidade para o cultivar Catuaí Vermelho, encontraram valores superiores em altura de plantas (45 cm) e diâmetro de caule (6,3 mm), quando avaliadas com 100% da água disponível do solo.

Ao longo do período do experimento, nas três avaliações seguintes observa-se que os valores de altura e diâmetro vão se elevando, o que é esperado em função do crescimento e desenvolvimento das plantas de café.

Na 2ª avaliação, a média de altura no CONV foi de 36,40cm e no AGROEC foi de 41,06cm. Já para as medidas de diâmetro o AGROEC apresentou 7,78mm e para o CONV o diâmetro foi em média 8,33mm. Novamente é possível observar um maior crescimento em altura e diâmetro para o AGROEC (Tabela 1). O mesmo comportamento é observado na 3ª e na 4ª avaliação.

Cabe destacar que, para o parâmetro altura o CONV apresentou na 4ª avaliação o valor de 57,62cm que é menor que o apresentado pelas plantas no AGROEC na 3ª avaliação (58,20cm).

Quando se comparou as médias obtidas para os parâmetros altura e diâmetro nos tratamentos convencional e agroecológico pode-se observar os maiores valores no sistema Agroecológico para ambas variáveis, as quais diferiram-se pelo teste Tukey (Tabela 2).



Tabela 2: Médias de altura e diâmetro de colo de plantas de café em cultivo convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC).

Variável	Convencional (CONV) Média (sd)	Agroecológico (AGROEC) Média (sd)
Altura	42,64 (13,19) ^b	50,91 (16,67) ^a
Diâmetro	9,11 (2,79) ^b	10,09 (3,33) ^a

Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

A determinação de parâmetros morfológicos é importante para estimar o crescimento e o desenvolvimento de cafeeiros. Acompanhar os valores de altura e diâmetro de colo ao longo do experimento (Tabelas 1 e 2), mostra que as plantas cultivadas no sistema agroecológico (AGROEC) sempre apresentaram valores significativamente maiores que as plantas cultivadas no sistema convencional (CONV) e isso pode-se refletir numa maior produção de frutos, com maior qualidade e em um sistema de cultivo menos agressivo ao meio ambiente, sugerindo a necessidade de um acompanhamento ao longo de todo o ciclo fenológico da espécie.

Segundo Freitas et al. (2007), plantas jovens de maior diâmetro de caule implicam em plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, maior diâmetro de copa. Os autores ainda ressaltam que plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos têm proporcionalmente mais nós produtivos sendo um fator decisivo para produtividade por planta.

Para Gomes (2001), a determinação de parâmetros morfológicos pode ajudar a prever o comportamento de espécies para resistirem às condições adversas encontradas no campo e assim desenvolver-se produzindo plantas com crescimento desejável. Tal aspecto é bastante considerado na produção de mudas de espécie arbóreas. Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas, tendo uma compreensão de forma mais intuitiva por parte dos viveiristas, ainda carentes de uma definição mais acertada para responder as exigências, quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro (GOMES, 2001).

Em meio a avanços inovadores introduzidos, persistem os problemas ambientais na agricultura moderna, profundamente enraizadas na estrutura de monocultura predominante em sistemas de larga escala, como a cultura do café.

Na maior parte do Brasil, o café é cultivado a pleno sol em monocultivo, visto que foi adaptado para isso (RODA, 2022). Devido ao desequilíbrio ambiental, decorrente do monocultivo e alta aplicação de produtos químicos que contribui para a redução da biodiversidade, entra em discussão formas de manejo, onde o termo sustentabilidade tem sido muito empregado. A sustentabilidade agrícola está relacionada ao manejo adequado da cobertura vegetal, conservação do solo e aumento do teor de nutrientes e da matéria orgânica. Com as recentes tendências ecológicas na agricultura, tanto o manejo agroflorestal quanto o manejo orgânico do cafeeiro constituem-se em tecnologias importantes



para a recuperação dos solos degradados, que, durante muitos anos, foram submetidos ao manejo intensivo desta cultura (ALFARO-VILLATORO, 2004).

Quanto à utilização mais adequada dos recursos naturais e ecológicos de um panorama agrário, cabe destacar que na área de cultivo agroecológico (AGROEC) havia grande número de espécies arbóreas pioneiras ou exóticas e frutíferas. Os valores de diâmetro de colo e altura de plantas mostrados previamente (Tabela 2), sugerem que as espécies arbóreas e frutíferas propiciaram mudanças microclimáticas que favoreceram o desenvolvimento das plantas de café nessa área.

O sucesso do SAF está correlacionado ao manejo correto das árvores usadas para promover sombra, que consiste na escolha das espécies, espaçamento e realizações das podas. Diversas pesquisas com sombreamento dos cafeeiros vêm sendo desenvolvidas no Brasil e no mundo, alguns exemplos são, café com seringueira, grevilea, eucalipto, bracatinga, moringa, coqueiro, bananeira entre outras, até mesmo o uso do sombrite para diminuir a radiação solar. O sombreamento ralo do cafeeiro é uma prática essencial na condução da cafeicultura sustentável (MACHADO, 2020).

Para Lima et al. (2010), o excesso de radiação solar pode causar dano direto à planta, prejudicando a assimilação de CO₂ por meio da fotossíntese. Em experimento que avaliou a influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de *C. arabica*, verificou-se que cafeeiros sob sombra apresentaram maiores taxas fotossintéticas, resistência à seca e maior crescimento. A redução da radiação e a manutenção do microclima na área podem evitar danos por fotoinibição e foto-oxidação.

Para Machado et al. (2020), os maiores benefícios ecofisiológicos que o cafeeiro recebe das árvores de sombra estão associados com a redução do estresse da planta, pela melhoria do microclima e do solo, através da amplitude térmica, redução da velocidade do vento, manutenção ou aumento da umidade do ar e do solo, melhoria ou conservação da fertilidade do solo, inclusive redução de erosão. Essas modificações microclimáticas interferem no comportamento da planta do cafeeiro, alterando as trocas gasosas, a anatomia, a morfologia, o crescimento e o desenvolvimento reprodutivo, refletindo consequentemente em sua produtividade.

Pesquisas com cafeeiros arborizados tem mostrado inúmeras vantagens como: maior tamanho e peso dos frutos em relação aos conduzidos a pleno sol, resultando assim, maior volume de café beneficiado. Para Lima et al. (2010), essa característica deve-se, em parte, ao menor grau de abscisão dos frutos em cafeeiros arborizados, promovendo um maior volume de café colhido. Essas pesquisas realizadas no país tem o intuito de determinar níveis de sombreamento adequado para os cafezais, com isso o termo “arborização”, aos poucos, torna-se um novo conceito de sombreamento (REIS citado por MACHADO et al., 2020; RODA et al., 2022). Em países como Colômbia, Venezuela, Costa Rica, Panamá e México, reconhecidos pela qualidade do café produzido, sistemas agroflorestais têm sido muito utilizados (RICCI citado por MACHADO et al., 2020).



4 CONCLUSÃO

No Brasil o sistema convencional de monocultivo do cafeeiro em pleno sol é dominante. Com isso, a consorciação com outras culturas (sistema agroecológico ou agroflorestal) vem ganhando espaço entre os sistemas de plantios, experimentos e pesquisa, seja por questões econômicas e sustentáveis, ou mesmo pela necessidade de conservação de solo, água, produtividade e meio ambiente.

Os resultados obtidos nas quatro avaliações permitiram concluir que, durante o período avaliado, o café cultivado nas condições agroecológicas aqui estabelecidas (AGROEC), apresenta valores de altura e diâmetro de colo superiores aos determinados para as plantas cultivadas em manejo convencional (CONV).

O microclima proporcionado pelo componente arbóreo, interferiu no desenvolvimento do cafeeiro cultivado no sistema agroflorestal/agroecológico (AGROEC). Aliado a isso, esse componente arbóreo pode disponibilizar uma segunda fonte de renda para o produtor rural, caso ele opte pelo aproveitamento das espécies arbóreas.

Espera-se que os resultados desta pesquisa obtidos em campo possam orientar a tomada de decisões em relação aos modelos de agricultura implementados na mesorregião do Triângulo Mineiro onde o IFTM *campus* Uberlândia está inserido que possibilitem adequações na agricultura convencional, para torná-la ambiental, social e economicamente viável.



REFERÊNCIAS

- ALFARO-VILLATORO, M. A. 2004. Produção de café em sistema agroflorestal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 36p. (Documentos, 187).
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e extensão rural: Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2004. 177p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira café. Brasília, 2019. 11 p. (CONAB. Segundo Levantamento, n. 2).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira café. Brasília, 2022. 53 p. (CONAB. Segundo Levantamento, n. 2). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. CONAB pegs Brazil's coffee output at 48.8m bags down 23% from last year's record crop. 2021. Disponível em: <<https://www.comunicaffe.com/conab-pegs-brazils-coffee-output-at-48-8-million-bags-down23-from-last-years-record-crop/>>. Acesso em: 19 fev. 2023.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL-CNA. Disponível em: <<https://cnabrazil.org.br/noticias/campo-futuro-apresenta-custos-de-producao-da-cafeicultura>>. Acesso 20/01/2023.
- CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL – CECAFE. Relatório mensal de exportações. 2019. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/consumo>>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ – CNC. Relatório 2019. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://imagenscnc.files.wordpress.com/2021/01/relatorio-2019-versao-final.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sumário Executivo: Café. Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Marco_2020.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L.; de VITOI, V.; ASSIS, R. L. de. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 19(2): 179-204. 2002.
- FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2), p. 231-240. 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 15 jun. 2023.



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

GIUNTI, O. D.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. M. A. Sistema de Produção. In: BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. *Café nas montanhas: Caracterização da cafeicultura na área de atuação da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé*. Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2017, 31 – 69. A

GIUNTI, O. D.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. M. A. A cafeicultura e o meio ambiente. In: BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. *Café nas montanhas: Caracterização da cafeicultura na área de atuação da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé*. Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2017, 146 – 167. B

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIAIS; UNIÃO MUNDIAL PARA A NATUREZA; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 1992. A estratégia global da biodiversidade – diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de maneira sustentável e justa a riqueza biótica da Terra. Curitiba: World Resources Institute/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 1992. 232 p.

LIMA, P. C.; MOURA, W. M.; VOLPATO, M. M. L.; REIGADO, F. R.; SANTOS, J. Arborização de cafezais no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). *Café arábica: do plantio à colheita*. Lavras, MG: EPAMIG Sul Minas, v. 1, p. 861-895, 2010.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; FERRAZ, J. M. G.; LOPES, I. M; FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S.I.], v.7, n.1, mar. 2012. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/9979>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

LOPES, S. B. Sistemas Agroflorestais e Contextos de Sustentabilidade. In: *Sistemas Agroflorestais (SAFs): realizando o casamento entre agricultura e Floresta II*, 2006.

MACHADO, A. H. R.; PUIA, J. D.; MENEZES, K. C.; MACHADO, W. A Cultura do Café (*Coffea arabica*) em Sistema Agroflorestal. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 1357-1369, 2020. Disponível em:< DOI: 10.34188/bjaerv3n3-053> Acesso em 15 junho 2023.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Varginha: Fundação Procafé, 2015. 584p.

MICCOLIS, A. et al. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRA, 2016. 266 p. Disponível em:< Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. - Portal Embrapa> Acesso em: 15 de junho de 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Secretaria de Política Agrícola. Sumário Executivo. Café. Junho-2021 Sumário Executivo - Consórcio Pesquisa Café. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br_informe_estatistico. Acesso em: 13 de outubro de 2022.



ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. Impacto da Covid-19 no setor global do café – o lado da demanda. London: OIC, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/market-report-19-20-e.asp>>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PELOSO, A. F.; TATAGIBA, S. D.; AMARAL, J. F. T. Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. *Engenharia na Agricultura*, v.25, n.2, p. 139-147, 2017

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

RODA, N. de M. Aumento sustentável da produção de café no bioma cerrado com a adição de caulim processado no manejo da lavoura. *Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Pontifícia Universidade Católica - PUC de Campinas*. 84 p. 2022.

SANTOS, G. L. Desenvolvimento inicial de cultivares de café arábica submetidas a lâminas de irrigação. *Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia*. Vitória da Conquista, 88 p. 2019.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21 p. (Documentos, 93).

TRAUER, E.; VALDATI, A. B.; COSTA, E. M.; TRZECIAK, D. S.; VARVAKIS, G. O Conhecimento e a Cadeia Produtiva do Café. *Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação*. 12 set. 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/235/94>. Acesso em: 26 mar. 2022.

WORLD COFFEE RESEARCH - WCR. *Strategy 2021-2025: Enhancing Country Competitiveness to Bolster Origin Diversity*. 2021. Disponível em: <www.worldcoffeeresearch.org/work/strategy-2021-2025/>. Acesso em: 12 mar. 2023.