

OPÇÃO DE CULTIVO INTERCALAR DE CAFEIEIRO IRRIGADO COM MILHO E FEIJÃO NO SEMIÁRIDO MINEIRO

Vânia Aparecida Silva¹, Allan Teixeira Pasqualotto², Fabrício Teixeira Andrade³, Luiz Antonio Lima⁴, Gladyston Rodrigues Carvalho⁵, Ramiro Machado Rezende⁶

(Recebido: 03 de dezembro de 2015; aceito: 07 de abril de 2016)

RESUMO: Objetivou-se indicar uma opção de cultivo intercalar de cafeeiro irrigado por aspersão com milho e feijão. Durante os três primeiros semestres após o plantio, o cafeeiro foi cultivado com diferentes sistemas intercalares: duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas de feijão; uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas de feijão e uma safra de três linhas de milho intercaladas com duas linhas de feijão; duas safras de duas linhas de milho; duas safras de quatro linhas de feijão; duas safras de seis linhas de feijão e cafeeiro em monocultivo. O ensaio foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições. A produtividade do cafeeiro em monocultivo foi de 47 sc.ha⁻¹. Os sistemas intercalares que utilizaram três linhas de milho apresentam produtividades médias de milho de 13,73 ton.ha⁻¹ e foram prejudiciais ao cafeeiro, cuja produtividade foi 14, 38 sc.ha⁻¹. No sistema com duas safras de duas linhas de milho, a produtividade do milho foi de 8,36 ton.ha⁻¹ e do cafeeiro 32 sc.ha⁻¹. Nos sistemas intercalares com duas safras de quatro linhas de feijão e duas safras de seis linhas de feijão, as produtividades do feijão alcançaram 1720 e 2210 kg.ha⁻¹, respectivamente, e não interferiram na produtividade dos cafeeiros (média de 47 sc.ha⁻¹). Os sistemas intercalares apresentam retornos econômicos positivos. O sistema intercalar com duas safras de seis linhas de feijão é a opção técnica e econômica indicada para formação do cafeeiro irrigado por aspersão no semiárido de Minas Gerais.

Termos para a indexação: *Coffea arabica*, desenvolvimento vegetativo, produtividade, indicadores econômicos.

OPTION OF INTERCROPPING FOR IRRIGATED COFFEE WITH CORN AND BEANS IN THE SEMIARID REGION OF MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT: The objective was to appoint an intercropping option for the cultivation of sprinkler irrigated coffee crops with corn and beans. During the first three semesters after its planting, the cropping coffee was carried out with different intercropping systems: two corn crops planted in 3 rows and one crop of 4 rows of dry beans; one crop of corn in 3 rows followed by one crop of dry beans in 6 rows and one crop of corn in 3 rows together with 2 rows of beans; two crops of corn planted in 2 rows only; 2 crops of 4 rows of beans; 2 crops of 6 lines of dry beans; coffee only. Randomized blocks with four replicates was used. Coffee yield without corn or beans was 47 bags of 60 kg ha⁻¹. The intercropped systems that used three lines of maize resulted in high corn yield of 13.73 Mg.ha⁻¹ but it was harmful to growth and coffee yield; the system that used two lines of maize produced 8.36 Mg.ha⁻¹ of corn and 32 bags of coffee per hectare. The intercropped system with 2 crops of 4 rows of beans; 2 crops of 6 lines of dry beans didn't affect coffee development and yield and produced 1.72 and 2.21 Mg.ha⁻¹ of beans. The intercrop had positive economic return. The intercropped system with two crops of six lines of beans is the technical and economical option suitable for the formation of sprinkler irrigated coffee crop in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil.

Index terms: *Coffea arabica*, vegetative growth, yield, economic indicators.

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos mais importantes produtos agrícolas comercializados e o Brasil é o maior produtor e exportador mundial (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC, 2015). Minas Gerais responde por 50 % da produção nacional de café arábica, sendo que a cafeicultura encontra-se distribuída em 58 % dos municípios do Estado, localizados principalmente no sul de Minas, no Cerrado, na Zona da Mata e no Norte

de Minas/Jequitinhonha/Mucuri (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB, 2015a).

O norte de Minas tem sido considerado nova fronteira da cafeicultura irrigada, pois o cafeeiro tem apresentado altas produtividades na região (SILVA et al., 2013). Contudo, apresenta altos custos de implantação dos sistemas de irrigação e também despesas de manutenção e manejo associados com mão de obra, água e energia (SILVA et al., 2012). Neste contexto, é

^{1,5} Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG/URESMA - Campus UFLA - Cx. P. 176 – 37.200-000 - Lavras - MG vania.silva@epamig.ufla.br, carvalho@epamig.ufla.br

^{2,6} Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG- Cx. P. 3037- 37.200-000 - Lavras - MG pasqualotto.allan@gmail.com, ramiromr@globo.com

^{3,4} Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG fabricio.andrade@reagro.com.br, lalima@deg.ufla.br

essencial que a aplicação dos recursos ambientais e da mão de obra seja eficiente, principalmente, pela agricultura familiar, que normalmente apresenta poucos recursos financeiros e humanos disponíveis.

A irrigação na fase de formação do cafeeiro não tem retorno econômico, portanto o plantio de culturas intercalares é uma estratégia para diversificar, gerar renda e melhorar o aproveitamento dos recursos naturais. Ressalta-se que, na fase de formação do cafeeiro, a análise do desempenho técnico e econômico dos sistemas deve considerar a influência dos ciclos das culturas intercalares, de tal maneira que não prejudique o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (SILVA et al., 2013).

No semiárido mineiro, o cultivo do milho e do feijão é realizado principalmente pelos agricultores familiares que procuram obter, de uma mesma área, vários produtos (SOUZA et al., 2014), podendo ser opções para o plantio intercalar com o cafeeiro. Nas principais regiões cafeeiras do Brasil, as pesquisas têm indicado o feijão como uma das melhores culturas para intercalação com os cafeeiros novos, por ser menos competitiva, de ciclo curto, semeada em diferentes épocas do ano, um dos alimentos básicos da família e por, frequentemente, alcançar bons preços no mercado (CARVALHO; ANDRADE; GUIMARÃES, 2010).

O milho é uma cultura intercalar utilizada em cafezais em formação, com o objetivo, inclusive, de promover o sombreamento inicial de cafeeiros, melhorando o desenvolvimento das plantas (MATIELLO et al., 2009). Além disso, os grãos colhidos são usados para o próprio consumo das famílias ou para alimentar pequenas criações de animais nas propriedades. O milho se enquadra como uma das alternativas para este sistema, por possuir características benéficas de reciclagem de nutrientes, produzir grande quantidade de material seco, que será deixado na superfície do solo após a colheita, favorecendo o efeito supressor às plantas daninhas e evitando a erosão. Entretanto, relatos de agricultores têm evidenciado prejuízos ao plantio de mudas de café em áreas em que existiu a cultura do milho em anos anteriores, observando efeitos negativos sobre as mudas.

Considerando que não há informações técnicas e econômicas sobre o cultivo intercalar de milho e feijão com o cafeeiro irrigado no semiárido mineiro, objetivou-se identificar entre alguns sistemas intercalares de milho e feijão, aquele que

não compromete o crescimento e a produtividade do cafeeiro e possui melhor resultado econômico, podendo ser indicado como uma opção de cultivo intercalar ao cafeeiro irrigado por aspersão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, no Campo Experimental de Mocambinho localizado no norte de Minas Gerais (15°05'S e 44°00'W, a 452 m de altitude). Segundo dados obtidos na Estação Agroclimática de Mocambinho, a precipitação média anual foi de 750 mm, concentrada de novembro a março. As médias da temperatura anual e da umidade relativa foram 28°C e 48%, respectivamente.

A cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 foi implantada em janeiro de 2010, no espaçamento 3,5 x 0,6 m. Os sistemas intercalares ao cafeeiro com milho e feijão (Tabela 1) foram adotados de acordo com sugestões de produtores, tendo como base a disponibilidade de sementes e melhor época de plantio na região. O espaçamento utilizado para o milho 'BR 207' foi de 1,0 x 0,2 m e para o feijão 'Carioca' precoce, de 0,5 x 0,1 m. O sistema de irrigação empregado foi por aspersão convencional, com aspersores do modelo LowFlow. Com 24 mca de pressão, o aspersor aplicava 850 l/h, com raio de alcance de 10,8m. Os aspersores foram espaçados de 12m x 14m, com uma taxa de aplicação de água de 5,05 mm/h.

A irrigação foi feita de modo a repor a evapotranspiração do cafeeiro. Considerando a baixa capacidade de armazenamento de água dos solos do Jaíba, decidiu-se por dimensionar um sistema de irrigação que possibilitasse adotar a frequência diária, isto é, irrigar todos os dias, se necessário. Para a fase inicial, o valor de Kc adotado foi de 0,70 e a eficiência de aplicação do sistema de 80% (Ea = 0,80), devido aos ventos e altas temperaturas. Assim, a lâmina bruta foi calculada pela seguinte expressão:

$$LB \left(\frac{mm}{dia} \right) = Kc \frac{ET_o}{Ea}$$

Onde ET_o refere-se à evapotranspiração de referência, fornecida pela estação climatológica automática VantageProPlus, instalada na fazenda da Estação Experimental de Mocambinho (EPAMIG). Assim, o tempo de irrigação foi calculado como:

$$ti \text{ (min.)} = 60 \frac{LB}{5,05}$$

Onde 5,05 é a taxa de aplicação do sistema em mm/h.

As amostras de solos foram coletadas na área do Campo Experimental de Mocambinho e analisadas no Laboratório de Análise de Solo, na Unidade Regional da Epamig em Janaúba- MG. Utilizou-se o resultado dessa análise de solos para realização da adubação manual do cafeeiro e das culturas intercalares (Camada de 0 -20 cm: pH= 6,3; MO =7 g.kg⁻¹; P=4,3 mg.dm⁻³; K=35 mg.dm⁻³; Na=1 mmolc.dm⁻³; Ca=18 mmolc.dm⁻³; Mg= 2 mmolc.dm⁻³; Al=0,0 mmolc.dm⁻³; H+Al=12 mmolc.dm⁻³; SB = 22 mmolc.dm⁻³; t =22 mmolc.dm⁻³; T =34 mmolc.dm⁻³; V =66%; m = 0; B=0,3 mg.dm⁻³; Cu=1,7 mg.dm⁻³; Fe= 9,8 mg.dm⁻³; Mn=31,8 mg.dm⁻³; Zn=3,2 mg.dm⁻³; CE 0,3 dS.m⁻¹; Areia =86%; Silte= 12% e argila =2%. Camada de 20-40 cm: (pH= 6,4; MO = 3 g.kg⁻¹; P=3,4 mg.dm⁻³;K=37 mg.dm⁻³; Na= 2 mmolc.dm⁻³; Ca=20 mmolc.dm⁻³; Mg=2 mmolc.dm⁻³; Al=0,0 mmolc.dm⁻³; H+Al=10 mmolc.dm⁻³; SB = 25 mmolc.dm⁻³; t =25 mmolc.dm⁻³; T =36 mmolc.dm⁻³; V =71%; m = 0; B=0,3 mg.dm⁻³; Cu=1,0 mg.dm⁻³; Fe=18,7 mg.dm⁻³; Mn=20,7

mg.dm⁻³; Zn=4,1 mg.dm⁻³; CE 0,2 dS.m⁻¹; Areia =81%; Silte= 8% e argila =11%). As adubações do cafeeiro foram feitas de acordo Guimarães e Reis (2010). Para as culturas do milho e feijão, os tratos culturais e fitossanitários foram aqueles normalmente recomendados às culturas para a região, obtidos na EPAMIG, Campo Experimental de Mocambinho. Para recomendação de adubação, utilizaram-se as interpretações da análise de solo descritas em Alves, Guimarães e Alvarez (1999) e Chagas et al. (1999). O controle de plantas daninhas foi realizada com capinas manuais, enquanto as culturas estavam consorciadas. Após a retirada das culturas consorciadas (milho e feijão), utilizou-se o controle químico e mecânico de plantas daninhas nas linhas e entrelinhas do cafeeiro, respectivamente. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições e dez plantas úteis por parcela.

As medições de diâmetro do caule, altura da planta, número de ramos plagiotrópicos, comprimento do primeiro ramo plagiotrópico e número de entrenós do primeiro ramo plagiotrópico foram realizadas um ano após o plantio do cafeeiro. Dados de produção do cafeeiro foram obtidos aos 28 meses após o plantio, por meio de análise de produtividade em sacas de 60 kg ha ano⁻¹, renda (%), uniformidade de maturação (%), percentagem de frutos chochos e classificação quanto à peneira (BRASIL, 2003).

TABELA 1 - Sistemas intercalares das culturas milho e feijão, em três períodos (2010/1, 2010/2 e 2011/1), com respectivos meses de plantio e colheita.

Sistemas intercalares	Descrição dos sistemas intercalares	Mês de plantio e colheita
3M-4F-3M	Período 1 : três linhas de milho	Fevereiro-maio
	Período 2: quatro linhas de feijão	Junho – agosto
	Período 3: três linhas de milho	Fevereiro-junho
3M-6F-3M2F	Período 1: três linhas de milho	Fevereiro – maio
	Período 2: seis linhas de feijão	Junho – agosto
	Período 3: três linhas de milho e duas de feijão	Fevereiro-junho
2M-MN-2M	Período 1: duas linhas de milho	Fevereiro-maio
	Período 2: monocultivo	
	Período 3: duas linhas de milho	Fevereiro-junho
MN-4F-4F	Período 1: monocultivo	
	Período 2: quatro linhas feijão	Junho –agosto
	Período 3: quatro linhas de feijão	Fevereiro-junho
MN-6F-6F	Período 1: monocultivo	
	Período 2: seis linhas feijão	Junho –agosto
	Período 3: seis linhas de feijão	Fevereiro-junho
MN-MN-MN	Período 1: monocultivo	
	Período 2: monocultivo	
	Período 3: monocultivo	

As avaliações de produtividade do milho ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) e do feijão ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foram realizadas em cada safra.

Para a análise estatística, verificou-se, inicialmente, se os dados das variáveis analisadas atendiam às pressuposições básicas de normalidade e homocedasticidade. Uma vez atendidos estes parâmetros, os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

Na análise econômica foram considerados quatro períodos sendo: período 1 (2010/1); período 2 (2010/2); período 3 (2011/1) e período 4 (2011/2 e 2012/1). Os custos com encargos trabalhistas e o investimento com a propriedade não foram analisados, pois se considerou que há disponibilidade da terra e o uso de mão de obra familiar. Os indicadores de viabilidade econômica utilizados foram o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), conforme metodologia descrita por Silva et al. (2012). A elaboração desses indicadores se estruturou nos fluxos de caixa dos projetos, nesse caso, os sistemas intercalares. Os fluxos de caixa compreendem as receitas e as despesas a partir de 2010, quando o café foi plantado e o sistema de irrigação foi montado. No primeiro período (2010/1), ocorreram apenas despesas em razão da implantação do café, milho, feijão e do investimento em irrigação. Nos períodos 2 (2010/2) e 3 (2011/1), as receitas foram oriundas do milho e feijão, as despesas, ao plantio e aos tratamentos culturais das três culturas. No período 4 (2011/2 e 2012/1), as receitas e as despesas corresponderam apenas à cultura do café, pois essa produziu sua primeira safra. As receitas da cultura do café foram calculadas pela multiplicação entre a produtividade e a média dos preços diários do café tipo 6, bebida dura em 2012, coletados pelo Centro de Estudos em Economia Aplicada (CEPEA/USP). Assim, para cada tratamento e em cada período se calculou um saldo de caixa. Os resultados foram relativos ao cultivo de um hectare e os coeficientes técnicos para o milho, feijão e café foram descritos nas Tabelas 2 e 3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas intercalares que utilizaram três linhas de milho foram prejudiciais ao desenvolvimento inicial do cafeeiro (Tabela 4). Consequentemente, teve efeitos negativos sobre a produtividade e rendimento do cafeeiro, sendo que no sistema com duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas de feijão, a produtividade do cafeeiro foi de $19,75 \text{ sc}\cdot\text{ha}^{-1}$. Considerando o sistema com uma safra de três

linhas de milho, uma de seis linhas de feijão e uma safra de três linhas de milho intercalada com duas de feijão, a produtividade foi de $9,00 \text{ sc}\cdot\text{ha}^{-1}$, o que representa uma redução de, aproximadamente, 80%, em relação ao monocultivo. As reduções do crescimento e da produtividade do cafeeiro podem ser resultantes da concorrência com o milho na fase de formação do cafeeiro. O milho é uma cultura de porte alto, com grande acúmulo de biomassa e capacidade de competição por espaço (CARVALHO et al., 2011). Outro ponto importante é que a lâmina de água da irrigação foi aplicada para repor a evapotranspiração somente do cafeeiro, portanto a competição por água pode ter contribuído também para a redução do crescimento e, conseqüentemente, menor produtividade do cafeeiro. Ressalta-se que a concorrência por nutrientes foi minimizada, pois as adubações foram realizadas manualmente, sendo que cada cultura foi adubada de acordo com suas necessidades nutricionais.

Evidencia-se que o cultivo de três linhas de milho, mesmo seguidas do plantio de feijão, é prejudicial à produtividade devido à redução do crescimento do cafeeiro. Porém, ressalta-se que, apesar da primeira produtividade desses sistemas ter sido baixa, essa foi semelhante a valores de primeiras produções de cafeeiro cultivados em sistema de sequeiro, em outras regiões de Minas Gerais (CARVALHO et al., 2012). Além disso, a porcentagem de peneira alta foi maior em relação ao monocultivo, o que pode ser atribuído ao menor número de frutos e, conseqüentemente, maior força drenante de frutos individuais, o que resulta em maior enchimento dos grãos.

No sistema intercalar de duas safras de duas linhas de milho, apesar de não verificar efeitos negativos no crescimento do cafeeiro, a produtividade de $32 \text{ sc}\cdot\text{ha}^{-1}$ foi aproximadamente 30 % menor em relação ao monocultivo e aos sistemas intercalares de duas safras de quatro linhas de feijão e o de duas safras de seis linhas de feijão, que apresentaram média de $47 \text{ sc}\cdot\text{ha}^{-1}$. O rendimento também foi menor, entretanto não diferiu quanto à peneira alta do monocultivo. Isso evidencia que, mesmo o cultivo de apenas duas linhas de milho teve reflexo negativo em longo prazo, uma vez que a primeira produtividade foi colhida um ano após a retirada da safra de milho. Neste contexto, a palhada do milho pode ter ocasionado efeitos alelopáticos sobre o cafeeiro devido ao aleloquímico benzoxazolinona, que é capaz de inibir a síntese de clorofila das plantas (FRANÇA et al., 2007).

TABELA 2 - Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de cafeeiro, em diferentes sistemas de cultivo intercalares com milho e feijão, do plantio até a primeira produção, em Mocambinho, MG.

Insumos	Sistemas intercalares ⁽¹⁾					
	3M-4F-3M	3M-6F-3M2F	2M-MN-2M	MN-4F-4F	MN-6F-6F	MN-MN-MN
Mudas (unidade)	5238	5238	5238	5238	5238	5238
Adubo orgânico (m ³)	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
Calcário dolomítico (Sc)	4	4	4	4	4	4
Superfosfato simples (kg)	755	755	755	755	755	755
Fórmula 20-05-20 (kg)	238,1	238,1	238,1	238,1	237,1	238,1
Fórmula 20-00-20 (kg)	334	334	334	334	334	334
Sulfato de amônio (kg)	4286	4286	4286	4286	4286	4286
Cloreto de potássio (kg)	1714,4	1714,4	1714,4	1714,4	1714,4	1714,4
Sulfato de zinco (kg)	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34
Oxicloreto de cobre (kg)	1	1	1	1	1	1
Inseticida/ Acaricida (kg)	3	3	3	3	3	3
Fungicida (kg)	3	3	3	3	3	3
Ácido fosfórico (L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Espalhante adesivo (L)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Glifosato (L)	2	2	2	2	2	2
Mão de obra no preparo de solo, adubação e plantio						
Gradagem pesada (hM)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Nivelação (hM)	1	1	1	1	1	1
Sulcação (hM)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Plantio (Hd)	25	25	25	25	25	25
Coveamento (Hd)	2	2	2	2	2	2
Marcação da área (Hd)	2	2	2	2	2	2
Adubação de plantio (Hd)	5	5	5	5	5	5
Replantio (Hd)	3	3	3	3	3	3
Mão de obra nos tratamentos culturais e fitossanitários						
Adubação manual (Hd)	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
Aplicação de esterco (Hd)	1	1	1	1	1	2
Aplicação manual de defensivo (Hd)	14	14	14	14	14	14
Capina manual (Hd)	13	11	31	32	15	68
Capina mecânica (hM)	2	2	2	2	2	2
Capina química (Hd)	2	2	2	2	2	2
Colheita, secagem, beneficiamento (Hd)	58	26	94	137	137	137
Irrigação						

Consumo de energia elétrica (kWh)	4712	4712	4712	4712	4712	4712
Mão de obra (Hd)	32	32	32	32	32	32
Água (1000 m ³)	36	36	36	36	36	36

⁽¹⁾ 3M-4F-3M: Sistema intercalar de duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas de feijão; 3M-6F-3M2F: Sistema intercalar de uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas de feijão e uma safra de três linhas de milho intercalada com duas de feijão; 2M-MN-2M: Sistema intercalar de duas safras de duas linhas de milho; MN-4F-4F: Sistema intercalar de duas safras de quatro linhas de feijão; MN-6F-6F: Sistema intercalar de duas safras de seis linhas de feijão; MN-MN-MN: Cafeeiro em monocultivo; Hd, dia homem. hM, hora máquina

TABELA 3 - Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de milho e feijão em diferentes sistemas intercalares ao cafeeiro (uma safra).

Insumos	Milho	
	2 linhas de milho	3 linhas de milho
Sementes de milho (kg)	12,42	18,63
4-30-10 (kg)	270	405
Sulfato de amônia (kg)	54	81
Cloreto de potássio (kg)	27	40,5
Sulfato de magnésio (kg)	27	40,5
Sulfato de zinco (kg)	5,4	8,1
Uréia (kg)	27	40,5
Thiamethoxam (kg)	0,03	0,05
Clorpirifós (L)	0,16	0,24
Sacaria de nylon (unidade)	137	205
Mão de obra no preparo de solo, adubação e plantio		
Gradagem (hM)	1	1,5
Adubação, marcação, plantio (Hd)	2	3
Mão de obra nos tratamentos culturais e fitossanitários		
Adubação de cobertura (Hd)	1,2	1,8
Pulverizações pragas e doenças (Hd)	6	8
Capinas (Hd)	12	16
Colheita/classificação/acondicionamento (Hd)	5,4	8,1
Insumos	Feijão	
	4 linhas de feijão	6 linhas de feijão
Sementes de feijão (kg)	40	60
Carbendanzin (L)	0,12	0,18
Penciclurom (kg)	0,12	0,18
Imidacloprido (600g/L)(L)	0,1	0,15
4-30-10 (kg)	156	235
Sulfato de amônia (kg)	52,13	78,2
Cloreto de potássio (kg)	33,2	47,8

Sulfato de magnésio (kg)	27,6	41,5
Sulfato de zinco (kg)	11,7	17,44
Sulfato de cobre (kg)	2	3
Ácido bórico (kg)	5,21	7,82
Uréia (kg)	42,9	64,36
Thiamethoxam (kg)	0,05	0,08
Imidacloprido (200g/L)	0,42	0,63
Imidacloprida- ciflutrina (kg)	0,1	0,16
Tiofanato metílico-clorotalonil (kg)	0,78	1,17
Molibdato de sódio (kg)	0,16	0,24
Cal (kg)	3	4,5
Sacaria (unidade)	43	43
<hr/>		
Mão de obra no preparo de solo, adubação e plantio		
Gradagem (hM)	1,4	2
Adubação, marcação, plantio (Hd)	3	5
<hr/>		
Mão de obra nos tratamentos culturais e fitossanitários		
Tratamento das sementes (Hd)	0,11	0,11
Adubação de cobertura (Hd)	1,5	2
Pulverizações pragas e doenças (Hd)	6	9
Capinas (Hd)	10	15
Colheita (Hd)	6	8
Secagem (Hd)	1	1
Trilha (hM)	3	4
Transporte (hM)	1,5	2

TABELA 4 - Diâmetro de Caule (DC), Altura de Planta (AP), Número de ramos plagiotrópicos (NP), Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (CPRP), Número de entrenós do primeiro ramo plagiotrópico (NEPRP), produtividade média (sacas de café beneficiado ha⁻¹ no ano de 2012), percentual de rendimento, percentual de grãos peneira 17 acima, percentual de grãos chochos de cafeeiros com diferentes sistemas intercalares de milho e feijão.

Sistema Intercalar ¹	DC	AP	NP	CPRP	NEPRP
3M-4F-3M	1,90 b	79,46 b	31,34 b	42,84 b	16,00 b
3M-6F-3M2F	1,73 b	72,68 b	25,29 c	34,00 b	14,25 b
2M-MN-2M	2,54 a	90,36 a	35,48 a	53,28 a	18,00 a
MN-4F-4F	2,61 a	98,46 a	37,98 a	51,69 a	17,50 a
MN-6F-6F	2,84 a	103,73 a	39,81 a	54,30 a	19,00 a
MN	2,65 a	92,25 a	34,73 a	58,58 a	19,00 a
Média	2,38	89,49	34,11	49,12	17,29
CV (%)	9,06	9,41	11,43	12,62	9,32

Sistema Intercalar	Sacas benef. ha ⁻¹	Rendimento (%)	Peneira 17 acima (%)	Chochos (%)
3M-4F-3M	19,75 c	47,25 c	50,00 a	8,00 a
3M-6F-3M2F	9,00 c	45,25 c	48,50 a	12,00 a
2M-MN-2M	32,00 b	50,75 b	35,50 b	8,00 a
MN-4F-4F	47,00 a	54,00 a	46,00 a	8,00 a
MN-6F-6F	46,50 a	53,25 a	45,50 a	7,00 a
MN	47,00 a	54,50 a	40,50 b	14,00 a
Média	33,54	50,83	44,33	9,50
CV (%)	23,42	3,36	14,12	47,02

⁽¹⁾3M-4F-3M: Sistema intercalar de duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas feijão; 3M-6F-3M2F: Sistema intercalar de uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas feijão e uma safra de três linhas de milho intercalada com duas de feijão; 2M-MN-2M: Sistema intercalar de duas safras de duas linhas de milho; MN-4F-4F: Sistema intercalar de duas safras

Os sistemas intercalares de duas safras de quatro linhas de feijão e o de duas safras de seis linhas de feijão não interferiram no crescimento, na primeira produtividade e no rendimento do médio do café, quando comparados ao monocultivo. Nesses casos, a lâmina de irrigação foi aplicada também para atender à demanda evapotranspiratória do cafeeiro e, aproveitada para irrigar o feijoeiro. Isso indica uma baixa competitividade de quatro e seis linhas de feijão por água, no espaçamento utilizado de 3,5 m na entrelinha do cafeeiro. As adubações foram manuais e realizadas para cada cultura, pois segundo Carvalho et al. (2008), a ausência de adubação da leguminosa provoca maior mortalidade de plantas de café (*Coffea arabica* L.) à medida que se aumenta o número de linhas intercalares de feijoeiro. A porcentagem de peneira alta também foi maior em relação ao monocultivo, porém como não diferiu em produtividade, observa-se que, quando se cultivou o feijão nas entrelinhas, houve efeito benéfico que resultou em um incremento no enchimento dos grãos. Assim, o melhor desempenho técnico desses sistemas pode ser justificado em função do menor porte do feijão, aliado ao fato de ser uma leguminosa com capacidade de fixação biológica de N (PAULINO et al., 2009).

Não foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas de cultivo intercalar, quanto à porcentagem de frutos chochos. De maneira geral, observou-se baixa ocorrência de chochos, com uma média de 9,5%, apresentando, portanto, percentual médio dentro dos limites de classificação para frutos bem granados (CARVALHO et al., 2013).

Na análise de produtividade das culturas intercalares, no primeiro e terceiro períodos, verificou-se que não houve diferença entre os diferentes sistemas intercalares que empregaram três linhas de milho, entretanto, a produtividade de três linhas de milho foi maior do que duas linhas de milho, em função da maior densidade de plantas (Tabela 5).

No segundo período, houve colheita de feijão, sendo que a produtividade nos sistemas intercalares de seis linhas superou a produtividade dos sistemas de quatro linhas de feijão, pois o incremento de números de linhas intercalares eleva o rendimento de grãos da leguminosa (CARVALHO; ANDRADE; GUIMARÃES, 2007). Ressalta-se que a produtividade do feijão em uma área cultivada com três linhas de milho anteriormente não diferiu da produtividade do feijão cultivado em uma área onde não havia sido cultivado milho antes.

Já no terceiro período, a produtividade de quatro linhas de feijão não diferiu da produtividade de seis linhas de feijão. Além disso, o cultivo do feijão entre as linhas de milho apresentou produtividade muito baixa. Este resultado pode ser explicado pela competição do milho com o feijão, uma vez que a primeira, sendo uma planta C4, apresenta uma alta vantagem competitiva com o feijão (C3) (SANTOS; ORIVALDO; KOMURO, 2010). Contudo, de maneira geral, os valores de produtividade do feijão obtidos neste estudo foram superiores, quando comparados à média brasileira de 1,0 t ha⁻¹ (primeira safra) e 1,5 t ha⁻¹ (segunda safra). Os valores observados de produtividade do milho também estavam acima da média de 4,67 t ha⁻¹ registrada para o Brasil nos últimos cinco anos, em todos os sistemas intercalares em que foi utilizado o milho (CONAB, 2015b).

TABELA 5 - Produtividade das safras de milho e feijão nos diferentes sistemas intercalares com o cafeeiro, em Mocambinho, MG.

Sistema Intercalar ¹	Período 1	Período 2	Período 3	
	Milho (ton/ha)	Feijão (kg/ha)	Milho (ton/ha)	Feijão (kg/ha)
3M-4F-3M	12,30 a	1431,11b	14,75 a	-
3M-6F-3M2F	12,63 a	2594,02 a	15,25 a	176,25b
2M-MN-2M	8,21 b	-	8,50 b	-
MN-4F-4F	-	1360,67 b	-	2080,50 a
MN-6F-6F	-	2473,77 a	-	1946,50 a
MN	-	-	-	-
CV (%)	3,98	6,04	11,4	5,64

¹3M-4F-3M: Sistema intercalar de duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas feijão; 3M-6F-3M2F:

Sistema intercalar de uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas feijão e uma safra de três linhas de milho intercalada com duas de feijão; 2M-MN-2M: Sistema intercalar de duas safras de duas linhas de milho; MN-4F-4F: Sistema intercalar de duas safras de quatro linhas de feijão; MN-6F-6F: Sistema intercalar de duas safras de seis linhas de feijão; MN-MN-MN: Cafeeiro em monocultivo

*Médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott, a 5% de probabilidade

Considerando a análise econômica, para o cálculo das receitas auferidas com a primeira produção do café, utilizou-se a média aritmética das produtividades para os sistemas intercalares que apresentaram produtividades estatisticamente iguais. O monocultivo de café apresentou valor presente líquido negativo (-R\$7.468) (Tabela 6). Esse resultado é compatível com a situação de monocultivo em primeira colheita, visto que há apenas um período de geração de receitas (primeira produção).

O saldo desse período foi positivo (R\$7.860), mas inferior ao saldo negativo acumulado nos períodos anteriores. Assim não há VPL positivo e também não se gera TIR. Os sistemas intercalares geraram saldos de caixa positivos isoladamente, mas não foram suficientes para cobrir os investimentos com a implantação do café, em todos os sistemas. Apenas no sistema intercalar de duas safras de seis linhas de feijão é que o saldo acumulado total foi positivo. Esse resultado foi propiciado, devido a dois fatores: maior receita com a produção da cultura intercalar, no caso o feijão, e pela maior produtividade do café. Os saldos de caixa acumulados dos sistemas intercalares foram -R\$8.208, (duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas feijão), -R\$5.470 (uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas feijão e uma safra de três linhas de milho intercaladas com duas de feijão), -R\$6.753

(duas safras de duas linhas de milho), -R\$1.237 (duas safras de quatro linhas de feijão), R\$4.238 (duas safras de seis linhas de feijão) e -R\$6.496 (Cafeeiro em monocultivo).

O sistema intercalar do cafeeiro, com duas safras de seis linhas de feijão que propiciou o melhor resultado econômico apresentou VPL de R\$2.582 e TIR de 13%. Esse é um indicador positivo nessa situação, visto que o cultivo do café apresentou apenas uma safra e o cultivo intercalar propiciou que o investimento com a implantação da lavoura fosse recuperado e remunerado à uma taxa de 13% ao ano, como demonstrado pela TIR. Para fins de comparação, o TIR gerado com cultivo de três fileiras de abacaxi intercalar ao cafeeiro, no semiárido, foi menor com 2,26 % (SILVA et al., 2012). Pela perspectiva econômica, o objetivo do cultivo intercalar é contribuir com a recuperação do investimento com a implantação da lavoura de café. No entanto, isso não ocorreu em dois sistemas intercalares (duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas feijão e duas safras de duas linhas de milho), que apresentaram resultados econômicos inferiores, pois apresentaram saldos de caixa acumulados (-R\$8.208 e -R\$6.753, respectivamente), menores que o cafeeiro em monocultivo.

A causa básica da diferença desses resultados se deveu às maiores receitas auferidas nos sistemas com o cultivo intercalar de feijão.

TABELA 6 - Fluxo de caixa e indicadores de avaliação da viabilidade econômica de diferentes sistemas intercalares de milho e feijão ⁽¹⁾ ao cafeeiro, em Mocambinho, MG. Valores expressos em reais (R\$).

Períodos	Sistema intercalar 3M-4F-3M				Sistema intercalar 3M-6F-3M2F			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Tratamento	3M	4F	3M	MN	3M	6F	3M-2F	MN
Café								
Entrada	-	-	-	5.712,00	-	-	-	5.712,00
Saída	13.343,98	-	-	11.315,61	13.343,98	-	-	11.315,61
Saldo	-13.343,98	-	-	-5.603,61	-13.343,98	-	-	-5.603,61
Saldo Acumulado	-13.343,98	-13.343,98	-13.343,98	-18.947,59	-13.343,98	-13.343,98	-13.343,98	-18.947,59
Intercalar								
Entrada	6.000,00	4.293,00	6.000,00	-	6.000,00	7.770,00	6.000,00	-
Saída	1.944,95	1.663,32	1.944,95	-	1.944,95	2.402,88	1.944,95	-
Saldo	4.055,05	2.629,68	4.055,05	-	4.055,05	5.367,12	4.055,05	-
Saldo Acumulado	4.055,05	6.684,74	10.739,78	10.739,78	4.055,05	9.422,17	13.477,22	13.477,22
Total								
Saldo	-9.288,93	2.629,68	4.055,05	-5.603,61	-9.288,93	5.367,12	4.055,05	-5.603,61
Saldo Acumulado	-9.288,93	-6.659,25	-2.604,20	-8.207,81	-9.288,93	-3.921,81	133,24	-5.470,37
VPL ²	-7.969,58				-5.350,02			
TIR ³	-				-			
Períodos	Sistema intercalar 2M-MN-2M				Sistema intercalar MN-4F-4F			
Tratamento	1	2	3	4	1	2	3	4
Café								
Entrada	-	-	-	13.056,00	-	-	-	19.176,00
Saída	13.681,48	-	-	11.315,61	14.356,48	-	-	11.315,61
Saldo	-13.681,48	-	-	1.740,39	-14.356,48	-	-	7.860
Saldo Acumulado	-13.681,48	-13.681,48	-13.681,48	-11.941,09	-14.356,48	-14.356,48	-14.356,48	-6.496,09
Intercalar								
Entrada	3.940,80	-	3.940,80	-	-	4.293,00	4.293,00	-
Saída	1.346,89	-	1.346,89	-	-	1.663,32	1.663,32	-
Saldo	2.593,91	-	2.593,91	-	-	2.629,68	2.629,68	-
Saldo Acumulado	2.593,91	2.593,91	5.187,82	5.187,82	-	2.629,68	5.259,36	5.259,36
Total								
Saldo	-11.087,57	-	2.593,91	1.740,39	-14.356,48	2.629,68	2.629,68	7.860,39

Saldo Acumulado	-11.087,57	-11.087,57	-8.493,66	-6.753,27	-14.356,48	-11.726,80	-9.097,12	-1.236,73
VPL	-7.187,15				-2.543,93			
TIR	-32%				-4%			
	Sistema intercalar MN-6F-6F							
Períodos	1	2	3	4	1	2	3	4
Tratamento	MN	6F	6F	MN	MN	MN	MN	MN
Café								
Entrada	-	-	-	19.176,00	-	-	-	19.176,00
Saída	14.356,48	-	-	11.315,61	14.356,48	-	-	11.315,61
Saldo	-14.356,48	-	-	7.860,39	-14.356,48	-	-	7.860,39
Saldo Acumulado	-14.356,48	-14.356,48	-14.356,48	-6.496,09	-14.356,48	-14.356,48	-14.356,48	-6.496,09
Intercalar								
Entrada	-	7.770,00	7.770,00	-	-	-	-	-
Saída	-	2.402,88	2.402,88	-	-	-	-	-
Saldo	-	5.367,12	5.367,12	-	-	-	-	-
Saldo Acumulado	-	5.367,12	10.734,24	10.734,24	-	-	-	-
Saldo	-14.356,48	5.367,12	5.367,12	7.860,39	-14.356,48	-	-	7.860,39
Saldo Acumulado	-14.356,48	-8.989,36	-3.622,24	4.238,15	-14.356,48	-14.356,48	-14.356,48	-6.496,09
VPL	2.582,39				-7648,44			
TIR	13%				18%			

⁽¹⁾3M-4F-3M: Sistema intercalar de duas safras de três linhas de milho e uma de quatro linhas feijão; 3M-6F-3M2F: Sistema intercalar de uma safra de três linhas de milho, uma de seis linhas feijão e uma safra de três linhas de milho intercalada com duas de feijão; 2M-MN-2M: Sistema intercalar de duas safras de duas linhas de milho; MN-4F-4F: Sistema intercalar de duas safras de quatro linhas de feijão; MN-6F-6F: Sistema intercalar de duas safras de seis linhas de feijão; MN-MN-MN: Cafeeiro em monocultivo; ⁽²⁾VPL, Valor presente líquido; ⁽³⁾ TIR, Taxa interna de retorno

Essa causa pode ser decomposta em dois motivos: 1) a produtividade dos cafeeiros nos tratamentos com cultivo intercalar de feijão foram maiores que as produtividades dos cafeeiros consorciados com milho, e estatisticamente iguais à do cafeeiro em monocultivo; 2) a um maior preço do feijão proporcionalmente ao do milho, nos períodos de comercialização desses produtos.

O sistema intercalar do cafeeiro com duas safras de seis linhas de feijão pode contribuir para minimizar o investimento inicial na irrigação, em obras e aquisição de equipamentos, além dos gastos adicionais com água, energia e mão de obra para operação do sistema de irrigação. Dessa forma, há a maximização da utilização dos recursos ambientais e da mão de obra. Além disso, representa alternativa para produção de grãos destinados ao consumo pela agricultura familiar e/ou fornecimento para a agroindústria local.

4 CONCLUSÃO

O sistema intercalar com duas safras de seis linhas de feijão é uma opção técnica e econômica indicada para formação do cafeeiro irrigado por aspersão no semiárido de Minas Gerais.

5 AGRADECIMENTOS

Ao MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA), por meio da Secretaria de Agricultura Familiar (SAF), ao MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT), por meio da Secretaria de Ciência e Tecnologia, para Inclusão Social (SECIS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (Consórcio Pesquisa Café), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT/CAFÉ), pelo suporte financeiro.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, V. M. C. et al. Milho. In: ALVES, V. M. 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: CFSEMG, 1999. p. 314-317.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 11 de julho de 2003. Regula os procedimentos para apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a imposição de sanções, a defesa ou impugnação, o sistema recursal e a cobrança de créditos de natureza tributária e não tributária para com esta Autarquia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 ago. 2003. Seção 1, p. 22-29.
- CARVALHO, A. J. de; ANDRADE, M. J. B. de; GUIMARÃES, R. J. de. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado em período de formação ou após recepa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 383-392, maio/jun. 2010.
- _____. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado recém-plantado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 133-139, 2007.
- CARVALHO, A. J. de et al. Desempenho técnico-econômico de sistemas de consórcio do feijoeiro-comum com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) adensado recém-plantado. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, p. 133-142, 2008.
- CARVALHO, A. M. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de café resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 481-487, 2012.
- CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 373-382, abr./jun. 2011.
- CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies f4 de cafeeiros arábica, antes e após a poda tipo esqueletamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 33-42, jan./mar. 2013.
- CHAGAS, J. M. et al. Feijão. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. (Ed.). In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 306-307.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2015, primeiro levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às safras de grãos, 2010 a 2015 de milho e feijão.** Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 1 jun. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011.

FRANÇA, A. C. et al. Efeito de restos culturais de milho no desenvolvimento inicial de cafeeiros. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 247-255, 2007.

GUIMARÃES, P. T. G.; REIS, T. H. P. Nutrição e adubação do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 343-414.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de café.** Disponível em: <<http://www.ico.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

PAULINO, G. M. et al. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1598-1607, dez. 2009.

MATIELLO, J. B. et al. Proteção com sombra, no pós-plantio, favorecendo o desenvolvimento inicial de cafeeiros conillon em zona de altitude elevada, no Sul de Minas. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira**, Varginha, v. 5, n. 16, set./dez. 2009. Disponível em: <http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/publicacoes/pdf/revista/Revista%2016_0.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

SANTOS, N. C. B. dos; ORIVALDO, A. R. F.; KOMURO, L. K. Consórcio de feijoeiro e milho-verde na entressafra II: comportamento das cultivares de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 873-881, nov./dez. 2010.

SILVA, V. A. et al. Sistemas intercalares com abacaxizeiro como alternativa de renda durante a formação de cafezais irrigados. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1471-1479, out. 2012.

_____. Viabilidade técnica e econômica da cafeicultura consorciada com mamão no norte de minas gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 519-529, out./dez.2013.

SOUZA, H. A. et al. Níveis críticos para atributos do solo pela distribuição normal reduzida em culturas anuais de subsistência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 425-430, abr. 2014.