



**DESEMPENHO TÉCNICO–ECONÔMICO DE SISTEMAS  
INTERCALARES DO FEIJOEIRO-COMUM EM LAVOURAS DE  
CAFÉ (*Coffea arabica*) ADENSADO**

**ABNER JOSÉ DE CARVALHO**

**2005**

59134  
050462

ABNER JOSÉ DE CARVALHO

**DESEMPENHO TÉCNICO-ECONÔMICO DE SISTEMAS  
INTERCALARES DO FEIJOEIRO COMUM EM LAVOURAS DE  
CAFÉ (*Coffea*) ADENSADO**

Dissertação apresentada a Universidade  
Federal de Lavras como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, área de concentração Fitotecnia,  
para a obtenção do título de "Mestre".

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade  
DAG/UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Abner José de

Desempenho técnico-econômico de sistemas intercalares do feijoeiro -  
comum em lavouras de café (*Coffea arábica* L.) adensado / Abner José de  
Carvalho.

-- Lavras : UFLA, 2005.

187 p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Aspecto econômico. 3. Sistemas intercalares. 4. Feijão. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.58

**ABNER JOSÉ DE CARVALHO**

**DESEMPENHO TÉCNICO-ECONÔMICO DE SISTEMAS  
INTERCALARES DO FEIJOEIRO-COMUM EM LAVOURAS DE  
CAFÉ (*Coffea arabica*) ADENSADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,  
área de concentração Fitotecnia, para a obtenção  
do título de “Mestre”.

APROVADA em 04 de março de 2005

Pesq. Dr. Wander E. de Bastos Andrade  
PESAGRO – RIO

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel  
DAG/UFLA

Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis  
DAE/UFLA

Orientador: *Messias José Bastos de Andrade*  
Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

**“O verdadeiro homem de bem é aquele que pratica a lei de justiça, de amor e de caridade em sua maior pureza. quando interroga sua consciência a respeito de seus próprios atos, pergunta-se se não violou essa lei; se não fez o mal; se fez todo o bem que podia; se negligenciou conscientemente uma oportunidade de ser útil; se alguém tem do que se queixar dele; enfim, se fez ao outro tudo o que queria que se fizesse por ele.”**

**Trecho do texto “O homem de bem”. O Evangelho segundo o espiritismo.**

**Aos maiores homens e mulheres de bem que sempre estiveram do meu lado.**

**Minha esposa, Cinara,**

**Minhas irmãs, Aline e Amanda,**

**Meus pais, José Antônio e Neuza.**

**OFEREÇO E DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela valiosa oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, pela cessão das áreas experimentais.

Ao Professor Messias José Bastos de Andrade, pela orientação, amizade, interesse, confiança e preciosos conhecimentos transmitidos e, ainda, por tantos exemplos de vida, que muito contribuíram para o meu aperfeiçoamento profissional e pessoal.

Aos Professores Rubens José Guimarães e Ricardo Pereira Reis, pela orientação, valiosas sugestões e disponibilidade de atendimento, mesmo com tantos compromissos profissionais.

Ao Professor Augusto Ramalho de Moraes, pela orientação e auxílio nas análises estatísticas.

Ao Professor Élberis Pereira Botrel e ao Pesquisador Wander Eustáquio de Bastos Andrade, pela participação na banca de defesa e valiosas sugestões.

Ao Professor Samuel Pereira de Carvalho, pela amizade, prontidão e honestidade demonstradas à frente da coordenação do curso.

A todos os professores que participaram como docentes, pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

Aos funcionários dos Setores de Agricultura (João Pila, Alessandro, Júlio, Agnaldo e Correia) e Cafeicultura (Júlio, Fernando, Lafaiete, Zezinho, Gê, José Maurício, Zeca e Marcinho), pelo auxílio e convívio.

Aos meus companheiros do feijão: Neiva, Vanessa, Jainir, Gilson e Bruno, pelo auxílio nos trabalhos e pela convivência agradável e aos meus

colegas de curso: Gilberto, Serjão, Paulo Octávio, Jacinto, Mychelle e demais colegas do Departamento de Agricultura, cujo convívio e amizade tornou mais prazerosa a realização deste trabalho.

Aos meus sogros, Sr. Luiz Carlos e Dona Leila, pelo incentivo e confiança e ao meu cunhado Wagner, pelo companheirismo e auxílio na condução dos trabalhos.

Aos meus familiares: tios, tias, avós e primos, que sempre acreditaram em mim e, em especial, ao meu tio José Alencar, por ter me incentivado em todas as etapas da minha vida e por ter me feito enxergar que era possível vencer.

Às minhas irmãs, Aline e Amanda, pela confiança, amor, carinho, paciência e compreensão.

Aos meus pais, José Antônio e Neuza, a quem devo tudo o que sou, pelos exemplos de decência, amor, trabalho e fé e pelo apoio desde o início da minha caminhada.

À minha esposa Cinara, pelo amor, dedicação, companheirismo e carinho demonstrados em todos os momentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Enfim, a Deus, por permitir que tudo isso fosse possível.

## **BIOGRAFIA**

**ABNER JOSÉ DE CARVALHO**, filho de José Antônio de Carvalho e Neuza Maria de Carvalho, nasceu em Campinas, SP e foi criado em Carvalhópolis, MG, onde cursou o ensino fundamental. Formou-se como Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Machado em 1994 e graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras em julho de 2000. Trabalhou como Engenheiro Agrônomo membro do Departamento Técnico da Cooperativa Agrária de Machado, em Machado, MG, de setembro de 2000 a março de 2003, quando iniciou o Mestrado em Agronomia/Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras, submetendo-se à defesa de dissertação em março de 2005.

<b>4.4 Análise estatística dos dados econômicos .....</b>	<b>132</b>
<b>5 Resultados e discussão .....</b>	<b>134</b>
<b>5.1 Cafeeiro recém-plantado .....</b>	<b>134</b>
<b>5.2 Cafeeiro em formação .....</b>	<b>146</b>
<b>5.3 Cafeeiro recepado em renovação .....</b>	<b>163</b>
<b>6 Conclusões .....</b>	<b>176</b>
<b>7 Referências bibliográficas .....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>180</b>

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
1 Introdução geral .....	1
2 Referencial teórico .....	2
2.1 Os cultivos consorciados .....	2
2.2 O cafeeiro e as culturas intercalares .....	7
2.3 O feijoeiro em cultivos consorciados.....	14
2.4 Retorno econômico dos cultivos consorciados .....	17
3 Referências bibliográficas .....	25
<b>CAPÍTULO 2: Sistemas de produção de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) intercalado com cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) adensado recém-plantado.....</b>	29
1 Resumo .....	29
2 Abstract .....	31
3 Introdução .....	33
4 Material e métodos .....	35
4.1 Caracterização das áreas .....	35
4.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas.....	37

4.3 Instalação e condução do experimento.....	38
4.4 Características avaliadas .....	40
4.4.1 Feijoeiro.....	40
4.4.2 Cafeeiro.....	42
4.5 Análises estatísticas.....	42
5 Resultados e discussão .....	43
5.1 Características do feijoeiro .....	43
5.2 Características do cafeeiro .....	49
6 Conclusões .....	55
7 Referências bibliográficas .....	56
<b>CAPÍTULO 3: Sistemas de produção de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) intercalado com cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) adensado em formação ou após recepa.....</b>	<b>60</b>
1 Resumo .....	60
2 Abstract .....	62
3 Introdução .....	64
4 Material e métodos .....	65
4.1 Caracterização das áreas .....	65
4.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcela.....	68
4.3 Instalação e condução dos experimentos .....	69
4.4 Características avaliadas .....	73

4.4.1 Feijoeiro.....	73
4.4.2 Cafeeiro.....	74
4.5 Análises estatísticas.....	74
5 Resultados e discussão .....	75
5.1 Características do feijoeiro .....	75
5.2 Características do cafeeiro .....	94
5.2.1 Cafeeiro em formação .....	94
5.2.2 Cafeeiro recepado .....	101
6 Conclusões .....	109
7 Referências bibliográficas .....	110
<b>CAPÍTULO 4: Estudo econômico de sistemas de cultivo intercalar do feijoeiro-comum com cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) adensado recém-plantado, em formação e recepado.....</b>	<b>114</b>
1 Resumo .....	114
2 Abstract .....	116
3 Introdução .....	118
4 Material e métodos .....	120
4.1 Caracterização dos ensaios .....	120
4.2 Indicadores econômicos .....	122
4.3 Metodologia de cálculos e operacionalização das variáveis .....	125

4.4 Análise estatística dos dados econômicos .....	132
5 Resultados e discussão .....	134
5.1 Cafeeiro recém-plantado .....	134
5.2 Cafeeiro em formação .....	146
5.3 Cafeeiro recepado em renovação .....	163
6 Conclusões .....	176
7 Referências bibliográficas .....	177
ANEXOS .....	180

## RESUMO

CARVALHO, Abner José de. **Desempenho técnico-econômico de sistemas intercalares do feijoeiro-comum em lavouras de café (*Coffea arabica* L.) adensado.** 2005. 187p. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>1</sup>.

Visando estudar o efeito do número de linhas e da dose de adubação do feijoeiro no desempenho agrônomico e econômico do cultivo intercalar da leguminosa com o cafeeiro, foram conduzidos três experimentos de campo na universidade federal de lavras, em um latossolo vermelho distroférico típico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições e esquema fatorial 4 x 4 + 1, envolvendo quatro números de linhas do feijoeiro intercalar e quatro doses de adubação da leguminosa, mais um tratamento adicional (o monocultivo do cafeeiro ou do feijoeiro). O experimento foi conduzido em lavouras comerciais das cv. Catucaí recém-plantada, topázio em formação e acaiaá recepado. A cultivar de feijoeiro foi a 'brs-mg-talismã'. No feijoeiro foram avaliados os estandes inicial e final, a altura de plantas e o rendimento de grãos com seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de cem grãos). No cafeeiro recém-plantado as características avaliadas foram a emissão de pares de folhas e os incrementos na altura de plantas e no diâmetro do caule, verificados entre a semeadura e a colheita do feijoeiro, além da mortalidade dos cafeeiros. Nos cafeeiros em formação e recepados foram avaliados a emissão de nós e o incremento no comprimento dos ramos ortotrópicos, plagiotrópicos e no diâmetro do caule. Para a análise econômica foi empregada a teoria de custos de produção, utilizando dados coletados durante a condução dos ensaios, na literatura e no mercado regional. Os resultados permitem concluir que o aumento do número de linhas de feijoeiro aumenta o rendimento de grãos da leguminosa, a receita e o lucro proporcionado pelo feijão, além de reduzir o custo de formação do cafeeiro e, por consequência, eleva o percentual de cobertura dos custos operacionais e totais de formação ou renovação do cafeeiro pelo lucro obtido com o cultivo intercalar do feijoeiro, independentemente do tipo de lavoura. O plantio de três e

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

duas linhas intercalares de feijoeiro, respectivamente, em cafezal recém-plantado no espaçamento de 3m entre linhas e em cafezal em formação ou renovação no espaçamento de 2m entre, linhas são os números de linhas intercalares com melhor retorno econômico dos sistemas de cultivo intercalar estudados, sem grandes prejuízos ao desenvolvimento do cafeeiro. O aumento da adubação do feijoeiro, por outro lado, aumenta o custo de produção sem aumento significativo do rendimento de grãos e, conseqüentemente, da receita. este resultado, entretanto, deve ser interpretado com cuidado, pois, mesmo que a adubação da cultura intercalar não traga maiores rendimentos de feijão, pode evitar prejuízos no desenvolvimento e nas primeiras produções do cafeeiro.

## ABSTRACT

CARVALHO, Abner José de. **Technical-economic performance of intercalary systems of the common bean plant in thickened coffee crops (*Coffea arabica* L.).** 2005. 187p. Dissertation (master in crop science) – Federal University of Lavras, Lavras-MG<sup>1</sup>.

Aiming to study the effect of the number of rows and the dose of fertilization of the bean plant upon the agronomic and economic performance of the intercalary cultivation of the legume with the coffee tree, three field experiments were conducted in the federal university of lavras on a typical distroferic red latosol. The experimental design was in randomized blocks with three replicates and 4 x 4 + 1 factorial scheme, involving four number of rows of the intercalary bean plant and four doses of fertilization of the legume plus an additional treatment (the monocultivation of the coffee tree or bean plant). The experiment was conducted in commercial crops of the newly planted establishing cultivar catucaí, topázio and lopped acai. The bean cultivar was brs-mg talismã. On the bean plant, the initial and final stands, plant height and grain yield with its primary components (number of pod per plant, number of grain per pod and average weight of one hundred grains) were evaluated. On the newly planted coffee tree the evaluated characteristics were emission of pairs of leaves and increments in plant height and in stem diameter, verified between sowing and harvest of the bean plant, in addition to the mortality of the coffee trees. On the establishing and lopped coffee trees, the emission of nodes and the increment in the length of the orthotropic, plagiotropic branches and stem diameter were evaluated. For the economic analysis, the production cost theory was employed by utilizing data collected during the undertaken of the trials in the literature and on the regional market. The results enable to conclude that the increase of the number of rows of bean plant increases grain yield of the legume, income and profit provided by bean, in addition to reducing the establishment cost of the coffee tree and hence raises the percent of cover of the operational and total costs of the establishment and renewal of the coffee tree by the profit obtained from the intercalary cultivation of the bean plant, regardless of the sort of crop.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (adviser), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

The planting of three and two intercalary rows of bean plant, respectively, in a newly planted coffee plantation at the interrow 3m - spacing and in the establishing and renovating coffee tree at the interrow 2m- spacing yields best economic return without great losses for the development of the coffee tree. The increase of the fertilization of the bean plant, on the other hand, increases the production cost with a significant increase of grain yield and hence of the income. This result, nevertheless, should be interpreted carefully, since even the fertilization of the intercalary crop does not bring higher bean yields , may avoid losses in the development and at the first yields of the coffee tree.

# **CAPÍTULO 1**

## **1 INTRODUÇÃO GERAL**

As culturas do café e do feijão são de inquestionável importância para o Brasil e, em especial, para o Sul de Minas Gerais. Nas principais regiões cafeeiras, o feijão é a cultura intercalar mais comum e tem despertado o interesse da pesquisa, desde a introdução do café no país, no sentido de gerar informações para uso dos produtores que utilizam esse sistema de cultivo, principalmente na formação e na renovação da lavoura de café.

Os resultados disponíveis, entretanto, já foram obtidos há alguns anos, com o emprego de cultivares antigas de cafeeiro ('Mundo Novo' e 'Catuaí') e em espaçamentos tradicionais (3,5 e 4,0m entre linhas) e cultivares de feijoeiro já superadas. Além disso, faltam pesquisas que abordem a eficiência econômica do sistema.

Considerando a tendência atual de adensamento da lavoura de café e o lançamento de novas cultivares de ambas as culturas, além da falta de informações econômicas, são necessários novos estudos, visando à obtenção de informações que levem à otimização do consórcio café-feijão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Os cultivos consorciados

Nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas, com diferentes ciclos vegetativos e arquiteturas, são exploradas, concomitantemente, no mesmo terreno. Elas não são, necessariamente, semeadas ao mesmo tempo, mas, durante boa parte de seus períodos de desenvolvimento, há uma simultaneidade, forçando uma interação entre elas (Vieira, 1985).

Existem, portanto, várias formas e classificações do cultivo de plantas em associação ou consórcio. Para Sanchez (1976), citado por Camargo (1983), nos cultivos consorciados semeiam-se duas ou mais culturas simultaneamente, em um mesmo terreno e ano. O número de culturas é função tanto do tempo quanto do espaço. Nesse padrão de cultivo existe competição entre as culturas durante parte ou todo o período de crescimento. Os agricultores manejam mais de uma cultura de uma só vez na mesma área. O mesmo autor classifica os cultivos consorciados em: a) **mistos**: semeiam-se duas ou mais culturas, simultaneamente na mesma área, sem organizá-las em fileiras distintas; b) **intercalados ou intercalares**: semeiam-se duas ou mais culturas, simultaneamente na mesma área, em fileiras independentes e vizinhas (uma ou mais culturas plantadas em fileiras); c) **em faixas**: semeiam-se duas ou mais culturas, simultaneamente na mesma área, em faixas amplas que permitam um manejo independente, mas próximos o bastante para que as culturas possam interagir agronomicamente e d) **de substituição**: semeiam-se duas ou mais culturas em seqüência, na mesma área, plantando ou transplantando a segunda cultura antes da colheita da primeira, mas depois da floração desta (fase reprodutiva).

Outras definições dos tipos de cultivo são apresentadas por outros autores. De acordo com Derpsch (1991), citado por Marchi & Marchi (2002),

culturas intercalares ou de entressafra recebem esta denominação quando utilizadas por breve período de tempo entre uma ou duas culturas principais. Guimarães et al. (2002 a), por sua vez, quando se trata de duas culturas perenes ou duas culturas anuais ocupando simultaneamente a mesma área, afirmam tratar-se de um consórcio, ou seja, uma associação; porém, quando se trata do aproveitamento de espaços livres no meio de uma cultura perene com outras culturas anuais, dizem tratar-se de cultura intercalar, ou seja, estão sendo interpostas numa área já ocupada por uma cultura perene.

No caso da cultura do café, o conceito mais adequado seria o de Guimarães et al. (2002 a), quando o plantio do feijoeiro for efetuado entre as linhas do café. Nesse estudo, entretanto, serão usados os termos “consórcio” e “cultura intercalar”, já que esse último é classificado como um dos tipos de cultivos consorciados.

De qualquer forma, conforme Begazo (1984), o uso de culturas consorciadas visa, primordialmente, aumentar a renda do pequeno agricultor e desenvolver um método capaz de elevar a eficiência de produção de alimentos, por meio do aprimoramento da utilização dos fatores de produção, como terra e mão-de-obra.

Também para Vieira (1999), o consorciamento de culturas é empregado, sobretudo, pelos pequenos agricultores, que praticam a agricultura de subsistência e contam com pouca terra, mão-de-obra abundante para a área de que dispõem e pouco capital. Esta observação se aplica aos cafeicultores do Sul de Minas Gerais, região caracterizada pela presença de grande número de pequenas propriedades, com predomínio de áreas montanhosas e dificuldade de mecanização da lavoura. Nessas condições, o sistema é interessante pelos seguintes motivos:

- a) permite uso mais intensivo da limitada área que possuem. Pelo simples expediente de plantar conjuntamente duas ou mais culturas, o pequeno agricultor eleva a produção de alimentos com a mesma área de cultivo;
- b) diminui o risco de insucesso cultural. Se uma cultura falha ou pouco produz, a outra ou outras culturas componentes podem compensá-la;
- c) aumenta a proteção vegetativa do solo contra a erosão. Vieira (1999) cita que, no estado de São Paulo, Marques et al. (1961) avaliaram a quantidade de terra perdida em terrenos com 8,5% a 12,8% de declividade e cultivados com diferentes culturas. O cultivo consorciado com milho e feijão proporcionou diminuição da perda de solo, quando comparado às duas culturas semeadas isoladamente;
- d) permite melhor controle de plantas daninhas que o monocultivo, porquanto oferece alta densidade de plantio, que produz cobertura vegetativa mais rápida do solo, além do maior sombreamento;
- e) possibilita uso mais eficiente da mão-de-obra. Em geral, a pequena propriedade emprega o trabalho manual, usando a mão-de-obra familiar, com pouca ou nenhuma mecanização. Nessas condições, as práticas de consorciamento são recomendadas;
- f) possibilita a redução da incidência de pragas e doenças. Entretanto, em alguns casos, ocorre o contrário, isto é, o consorciamento favorece determinadas pragas e doenças, provando que o sistema envolve, quanto a este aspecto, algumas relações complexas;
- g) possibilita, com frequência, maiores lucros para o pequeno agricultor que os monocultivos, além de diversificar as fontes de renda;
- h) oferece, com a exploração de maior número de culturas na mesma área, maior diversidade de produtos alimentares para o pequeno agricultor e sua família.

Vieira (1999) afirma, ainda, que a grande desvantagem dos consórcios é impedir a utilização, em maior grau, de técnicas agrícolas mais avançadas,

capazes de incrementar a eficiência e os altos rendimentos agrícolas. À medida que o nível tecnológico da agricultura evolui, as culturas consorciadas tornam-se crescentemente mais difíceis de ser manejadas, mormente quando a mecanização é introduzida.

No sistema de cultivo consorciado, a competição depende do número e da proximidade das plantas, das condições de ambiente e solo e, ainda, da interação entre as culturas consorciadas. Conforme Lopes (1988), a competição conduz ao fenômeno da interferência e se dá por espaço físico, luz, água e nutrientes. O efeito da competição é mais drástico quando o suprimento de recursos disponíveis é menor do que as suas necessidades potenciais. A competição pode ser inter ou intra-específica. No primeiro caso, dá-se entre espécies diferentes e, no segundo, entre plantas da mesma espécie. Na competição intra-específica, a densidade populacional é um fator importante. Em cultivos consorciados, pelo menos uma cultura deve ter propriedades adaptativas à redução da densidade do fluxo radiante.

O conhecimento da eficiência dos sistemas de consórcio em relação aos monocultivos é um dos objetivos dos estudos sobre as diferentes associações culturais. De acordo com Lopes (1988), o cultivo consorciado pode ser uma boa opção para maximizar a utilização do terreno em pequenas propriedades podendo, frequentemente, oferecer produções maiores do que culturas solteiras. Entretanto, pode haver dificuldades em se determinar o grau de vantagem na produção. É essencial avaliar se uma dada combinação de culturas é melhor do que o monocultivo e se, dentro dessa, um sistema é melhor do que outro. Vieira (1998) comenta que há diferentes modos de se avaliar a eficiência dos consórcios culturais. Um deles, talvez o de maior interesse para os pequenos agricultores, é a quantidade de alimentos produzida por unidade de área. Outro é o lucro proporcionado pelo sistema. Conforme Vieira (1999), nos experimentos de consórcio incluem-se tratamentos com os monocultivos das espécies

associadas para possibilitar as comparações com o cultivo consorciado. Para avaliar a eficiência do consórcio, entretanto, tem sido usado com frequência, nos estudos experimentais, o índice de equivalência de área (IEA), também denominado índice de uso eficiente da terra (UET) ou razão de área equivalente (RAE). Esse índice quantifica o número de hectares necessários para que as produções dos monocultivos se igualem à de um hectare das mesmas culturas em associação.

De acordo com o mesmo autor, o consórcio será eficiente quando o IEA for superior a 1,0 e, prejudicial à produção, quando inferior a 1,0. Vieira (1998; 1999) considera que, para que o IEA seja válido, é necessário que as produções dos monocultivos sejam obtidas com as populações ótimas para esse sistema cultural e que o nível de manejo deve ser o mesmo para as monoculturas e para a associação cultural. Quando os ciclos de vida das culturas associadas são muito díspares (cana-de-açúcar e feijão, ou café e feijão, por exemplo), o IEA não tem significado prático, sendo mais usado para comparar a eficiência relativa dos modos de consorciamento. Da mesma forma, o IEA não é um índice eficiente na interpretação nos casos em que o consórcio inclui culturas cujos rendimentos são extremamente diferentes. Nesses casos, o IEA pode indicar “eficiência” do consórcio quando, relativamente, pequenos aumentos de produtividade de uma cultura no consórcio resultam em grande diminuição da produtividade da outra cultura. Outro aspecto importante a se observar é que, em associações de culturas com ciclos diferentes, o período em que a terra fica ociosa no sistema de monocultivo não é considerado, o que torna esse índice tendencioso em favor do monocultivo.

Conforme Vieira (1998), deve-se ainda enfatizar que apenas os valores do IEA pouco esclarecem, sendo preciso acompanhá-los das produções obtidas, para completo entendimento do seu significado prático.

## **2.2 O cafeeiro e as culturas intercalares**

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Na safra 2003-2004, a produção brasileira de café foi de cerca de 32 milhões de sacas, o que corresponde a, aproximadamente, 35% da produção mundial naquela safra. Minas Gerais responde por cerca de 50% dessa produção (Coffee Business, 2005), com destaque para a região Sul Mineira, responsável por cerca de 50% da safra do estado e 25% da brasileira. Portanto, é inegável a importância econômica e social da cultura do café na geração de divisas e empregos para a região Sul de Minas, para o estado de Minas Gerais e para o Brasil.

Quem iniciou os trabalhos com culturas intercalares ao cafezal no Brasil, em 1936, foi Mendes (1950), citado por Chebabi (1984). Este autor, avaliando a produção de cafeeiros por um período de 13 anos, concluiu que as culturas de milho, algodão, feijão e arroz prejudicaram a produção do cafeeiro e que o milho e o algodão proporcionaram maior concorrência. Provavelmente, o prejuízo causado foi devido à ausência de adubação das culturas consorciadas, prática bastante incipiente naquela época, mas que ainda hoje é deficiente em muitas propriedades.

O uso de culturas intercalares ao cafeeiro é prática bastante comum, principalmente em pequenas propriedades e agricultura familiar. Entretanto, o seu uso em médias e grandes propriedades também ocorre. Guimarães et al. (2002 a) comentam que, mesmo os grandes e médios cafeicultores, são influenciados por seus colonos meeiros para o aproveitamento do espaço deixado entre as linhas da lavoura cafeeira com o plantio de culturas intercalares. Em troca do terreno já cultivado e dos insumos necessários ao plantio da cultura intercalar, os colonos e meeiros se comprometem a manter toda a lavoura cafeeira livre de plantas daninhas, o que pode possibilitar uma redução significativa no custo de produção da saca de café.

Diversos autores (Begazo, 1984; Guimarães et al., 2002 a; Vieira, 1985) relatam que, desde o início da cafeicultura no Brasil, utilizaram-se culturas intercalares, principalmente nos primeiros anos de formação da lavoura. Begazo (1984) cita que a necessidade de melhor aproveitamento das áreas e de obtenção de rendas imediatas, aliada ao grande dispêndio de mão-de-obra com a formação do cafezal, foi a principal razão que levou os agricultores a praticarem o cultivo intercalar. No entanto, só a partir da década de 1970 é que esse tipo de cultivo passou a ser mais comum em todas as regiões cafeeiras do país. Guimarães et al. (2002 a) argumentam que, a partir daquela década, com a necessidade do combate mecanizado à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), os cafeeiros brasileiros passaram a ser implantados, principalmente no sistema de renques, ou seja, utilizava-se o sistema de “ruas” de 4 a 4,5 m entre linhas, visando as pulverizações mecanizadas com fungicidas cúpricos. Isso possibilitou aos cafeicultores o uso de culturas intercalares em parte do ano, nas entrelinhas dos cafezais, sem maiores prejuízos para a cultura principal, desde que feitas as adubações e capinas para ambas as culturas.

Com o aparecimento de novas cultivares de café mais resistentes à ferrugem e de novos modos de combate à doença, a preocupação se voltou para o melhor aproveitamento da área, por meio da utilização de espaçamentos adensados. Entretanto, essa técnica tem obrigado os cafeicultores a fazerem podas periódicas na lavoura, interrompendo a produção de café temporariamente e dando espaço novamente à utilização de culturas intercalares.

O adensamento da lavoura cafeeira consiste em reduzir o espaçamento entre as linhas de cafeeiros e/ou entre as plantas, a fim de obter-se maior população de plantas por área e, conseqüentemente, maior produtividade. O espaçamento adensado vem sendo cada vez mais utilizado pelos cafeicultores de todo o país, principalmente nas regiões cafeeiras de topografia acidentada, onde a mecanização da lavoura é prejudicada, e em pequenas propriedades.

Guimarães et al. (2002 c) relatam que o sistema de plantio adensado possibilita o aumento da população de plantas, pelo menos em quatro a cinco vezes, em relação aos espaçamentos convencionais. Usualmente empregam-se entre 5.000 e 10.000 plantas por hectare. Segundo os autores, ainda não há consenso entre os técnicos quanto às denominações dos sistemas de plantio adensado, sendo comum, contudo, o emprego da expressão semi-adensado para os sistemas com 3.000 a 5.000 plantas por hectare, adensado para populações entre 5.000 e 10.000 plantas por hectare e super-adensados para os sistemas com 10.000 a 20.000 plantas por hectare.

Miguel et al. (1986) já destacavam a importância do aumento da população de plantas por área na busca por maiores produtividades. Os autores citam ainda que neste sistema de plantio há maior dificuldade do uso de culturas intercalares. Entretanto, quando consideram-se as fases de formação ou renovação da lavoura, mesmo em plantio adensado a associação de culturas ao cafezal pode representar ganhos para os cafeicultores.

O adensamento do cafeeiro e o manejo das podas são fatores que interferem na fisiologia do cafeeiro. De acordo com Guimarães et al. (2002 b), a parte aérea do cafeeiro tem como característica o dimorfismo de ramos, apresentando ramos ortotrópicos e ramos plagiotrópicos. Os ortotrópicos são aqueles que crescem verticalmente e dão origem a folhas, a outros ramos ortotrópicos e a ramos plagiotrópicos. Plagiotrópicos são aqueles que crescem horizontalmente e dão origem a folhas, outros plagiotrópicos (primários, secundários ou de maior ordem), flores e frutos.

A poda é uma prática bastante usada na cafeicultura, seja para recuperar lavouras depauperadas, para evitar o “fechamento” de lavouras adensadas ou, mesmo, para a renovação da lavoura. Dependendo do tipo de poda, a lavoura fica de um a dois anos sem produção. A recepa é um tipo de poda drástica do cafeeiro, no qual corta-se o ramo ortotrópico a uma altura de, aproximadamente,

40 cm do solo. Neste tipo de poda, a lavoura só volta a ter produção normal a partir de dois a três anos. As culturas intercalares passam a contribuir, então, como fonte de renda ao cafeicultor e para melhor utilização da área, principalmente em pequenas propriedades, também por ocasião da recepa da lavoura.

O uso de cultivos intercalares aos cafeeiros apresenta aspectos positivos e negativos. Guimarães et al. (2002 a) descrevem como vantagens:

- a) diminuição do custo de formação da lavoura: como o cafeeiro só inicia a sua produção a partir de 30 meses de idade, a produção de outra cultura nas suas entrelinhas proporciona renda mais imediata ao cafeicultor;
- b) manutenção da cobertura morta sobre o terreno: protege o solo da ação erosiva das gotas de chuva no período de formação da lavoura, quando, geralmente, ocorre revolvimento do solo, deixando-o exposto à desagregação;
- c) melhoria da permeabilidade e aeração do solo: o crescimento radicular das culturas intercalares promove maior aeração e facilita a penetração de água no solo;
- d) possibilita a incorporação de restos culturais: a incorporação de restos culturais pode melhorar a estrutura do solo e, no caso das leguminosas, aproveitar o nitrogênio fixado;
- e) funcionam como quebra-ventos temporários: podem servir como proteção contra a ação danosa de ventos em plantas jovens de cafeeiro;
- f) cultura de subsistência: a produção das culturas cultivadas nas entrelinhas do cafezal pode se prestar ao sustento da própria família;
- g) geração de empregos: melhor aproveitamento da mão-de-obra da propriedade em períodos de menor demanda de atividades na cultura do café;
- h) redução da capina dos cafezais: quanto maior a ocupação do terreno pelas culturas, menor a área a ser capinada para o combate às plantas daninhas.

Marchi & Marchi (2002) citam, ainda, outros benefícios das culturas intercalares no cafeeiro:

- a) ciclagem de nutrientes: como o sistema radicular das culturas intercalares irá explorar uma faixa de terreno pouco aproveitada pelo cafeeiro, a decomposição dos restos vegetais dessas culturas pode contribuir para a reciclagem de nutrientes, principalmente de nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio;
- b) benefícios ambientais: o contraste entre a diversificação de culturas e a monocultura é grande. A maior vantagem de se intercalar a lavoura cafeeira é a implantação de um sistema ecologicamente mais equilibrado, cujo solo, protegido por material vegetal, vai impedir os efeitos maléficos da erosão que arrasta partículas de solo, nutrientes e agrotóxicos. Outro benefício está na variação de temperatura e umidade deste solo que será menor e, portanto, a biodiversidade desse sistema será maior, favorecendo a ação de inimigos naturais, ou seja, a biodiversidade estará em maior equilíbrio;
- c) ação de fungos entomopatogênicos: as plantas cultivadas intercaladamente abrigam e melhoram as condições ambientais para a proliferação de fungos entomopatogênicos, os quais promovem a ocorrência natural de doenças de insetos.

A intercalação de outras culturas no cafezal tem também alguns possíveis aspectos negativos. Entre eles estão a concorrência no uso de nutrientes e água do solo, a redução do crescimento e produtividade do cafeeiro, o aumento no ataque de pragas como o bicho-mineiro e o aumento nas dificuldades de mecanização e tratos culturais (Vieira, 1985) e são relativamente bem comentados na literatura. Guimarães et al. (2002 a), por exemplo, citam como desvantagens do uso de culturas intercalares aos cafezais:

- a) dificuldade de mecanização da lavoura;
- b) concorrência de plantas daninhas com o café, devido à maior atenção dada à cultura intercalar pelos parceiros ou meeiros;

- c) impedimento do controle fitossanitário ou mesmo do controle químico de plantas daninhas;
- d) competição com o cafeeiro por nutrientes;
- e) aspectos relacionados com pragas.

Embora seja citada por alguns autores como uma desvantagem, a correlação do ataque de pragas do cafeeiro com o uso de culturas intercalares é bastante controverso. Begazo & Oliveira (1979) observaram que o ataque do bicho-mineiro foi maior em áreas com cultivos intercalares e o motivo seria a criação de um habitat favorável ao desenvolvimento e proteção desse inseto. Em contrapartida, Hugo (2000), estudando o guandu como cultura intercalar no cafeeiro, relata que esta combinação diminuiu a população de bicho mineiro, pois, além do mesmo ser beneficiado pelo microambiente criado, seus inimigos naturais também são, da mesma maneira, favorecidos.

Apesar de apresentar uma série de vantagens, o cultivo intercalar tem sido, muitas vezes, uma atividade frustrante, devido ao baixo rendimento das culturas utilizadas. Assim, o sistema de produção (tratos culturais, fitossanitários e adubação racional e eficiente, tanto da cultura intercalar quanto do cafeeiro) deve ser planejado para que se obtenha sucesso (Guimarães et al., 2002 a).

O correto planejamento do cultivo consorciado deve considerar as adubações e os tratos culturais, a densidade de plantio adequada (ou número de fileiras), tipo, ciclo e agressividade da cultura, além da disponibilidade de água e de nutrientes do solo. De acordo com Begazo (1984), a concorrência por água, luz e nutrientes de algumas culturas intercalares pode exercer grande influência sobre a produção do cafeeiro, principalmente quando não se observam os aspectos de adubação e população ideal. Outros autores (Guimarães et al., 2002 a; Melles et al., 1979; Vieira, 1985) também chamam a atenção para possíveis prejuízos no desenvolvimento de cafeeiros novos e na produção de cafeeiros

adultos consorciados com outras culturas, quando a adubação e/ou populações são inadequadas.

Ao utilizar as culturas anuais de arroz, milho, feijão e soja implantadas em recipientes juntamente com mudas de café, Chebabi (1984) concluiu que todas concorreram com o cafeeiro, limitando o seu desenvolvimento em todas as características analisadas. As culturas que menos concorreram foram, pela ordem, feijão, arroz, soja e milho. O aumento da densidade das culturas de arroz, milho e feijão promoveu maior competição e concorrência com o cafeeiro, limitando ainda mais seu desenvolvimento. Até o período de floração das culturas anuais, a competição com o cafeeiro foi mínima, indicando, portanto, as fases de floração, enchimento e amadurecimento de grãos como as mais limitantes.

Resultados positivos com as mesmas culturas, entretanto, também são encontrados na literatura. Melles et al. (1979), por exemplo, observaram, em experimento de culturas intercalares conduzido em São Sebastião do Paraíso, MG, que, na primeira colheita do café, o arroz (com uma, três e cinco linhas), o feijão (com três e cinco linhas) e o milho de porte baixo (uma linha) permitiram produções praticamente iguais às do tratamento sem cultura intercalar.

O número de linhas da cultura intercalar é dependente da espécie escolhida, da idade e do espaçamento do cafezal. Conforme Guimarães et al. (2002 a), com a fórmula a seguir pode-se calcular, com aproximação, o número de linhas de cada cultura intercalar para diferentes espaçamentos, em função da largura da rua do cafezal:

$$NL = \left[ \frac{ER - (DC \times 2)}{EL} \right] + 1$$

em que:

**NL** = número de linhas da cultura intercalar.

**ER** = espaçamento da entrelinha de café.

**DC** = distância da cultura intercalar à linha do cafeeiro.

**EL** = espaçamento entre as linhas da cultura intercalar.

### **2.3 O feijoeiro em cultivos consorciados**

A importância econômica e social da cultura do feijão para o Brasil também é inquestionável. O feijão destaca-se como importante fonte de proteína na dieta alimentar do povo brasileiro, sendo um prato quase obrigatório das populações rural e urbana. O feijoeiro é cultivado nos mais variados tipos de solo, clima e sistemas de produção, tais como o cultivo solteiro, consorciado ou ainda intercalado com uma ou mais espécies (Yokoyama et al., 1996).

O feijão é plantado como cultura de subsistência por pequenos produtores, que são pouco eficientes na produção devido ao baixo uso de tecnologia. Esses produtores tiram parte da produção para o seu consumo e vendem o excedente, o que contribui para que a cultura do feijão seja estigmatizada como pouco competitiva em relação a outras. Apesar da forte concorrência de produtos mais voltados para o mercado externo, o feijão continua em posição de destaque no agronegócio brasileiro. No período de 1990 a 2002, respondeu por 5,2% da renda agrícola total, sendo o oitavo produto em renda agrícola no Brasil (Ferreira et al., 2002).

A cultura do feijão no Brasil é conduzida, em apreciável proporção, em consórcio com outras culturas, resultando em sistemas como mandioca-feijão, cana-planta-feijão e mesmo consórcios triplos, mais comuns no Nordeste, como milho-feijão-algodão, feijão-milho-mamona e mandioca-milho-feijão (Vieira, 1999).

A porcentagem do feijão que é produzido em cultivos consorciados no Brasil varia ligeiramente de região para região e tem diminuído nos últimos anos. Na década de 1980, segundo Vieira (1985), esse número estava próximo

de 70%, mas poderia ser de mais de 90% em algumas regiões, como a Zona da Mata de Minas Gerais. Ramalho (1988), corroborando com essa informação, comenta que a maior parte do feijão produzido nas regiões Sudeste e Centro-Oeste era proveniente de cultivos em consórcio. No final da década de 1990, conforme Vieira (1999), estimava-se que 70% a 80% do feijão produzido na Zona da Mata mineira originava-se de consórcios culturais, enquanto que, no estado, cerca de 65% da área ocupada por feijão na safra das águas e 50% na safra da seca, constituíam consórcios culturais.

O feijão é preferido para os consórcios culturais por se tratar de cultura de ciclo curto, pouco competitiva, podendo ser semeada em diferentes épocas do ano e é relativamente tolerante à competição movida pela planta consorte; além disso, é um dos alimentos básicos do povo brasileiro e, freqüentemente, alcança bons preços no mercado (Vieira, 1985).

Em consórcio, pelo menos uma das culturas deve ter propriedades de adaptação à redução da densidade do fluxo radiante. De acordo com Cobucci (1990), o feijoeiro apresenta grande adaptação ao estresse de luz, visto que reduz a taxa respiratória para baixar o ponto de compensação de luz, aumenta a área foliar de maneira que seja maximizada a interceptação e absorção de luz e aumenta a eficiência na conversão de energia solar em fotoassimilados. Lopes (1988) também comenta que a alta adaptabilidade do feijoeiro às condições de consórcio deve-se, principalmente, ao seu baixo ponto de saturação luminosa (que é de aproximadamente 1/3 da luz solar máxima) e à redução na taxa respiratória (fator primário de adaptação ao sombreamento), produzindo, conseqüentemente, abaixamento no ponto de compensação luminoso. Ainda segundo o mesmo autor, a área foliar do feijoeiro aumenta com a diminuição da densidade do fluxo radiante, as folhas tornam-se mais finas e a eficiência de conversão da energia solar em fotoassimilados aumenta com a redução do nível de luz.

A utilização do feijão como cultura intercalar do café é bastante antiga e difundida. Mendes (1950), citado por Barros (1991), relata que na época áurea da monocultura do café em São Paulo e Paraná, havia grande oferta de arroz, milho e feijão, devido ao plantio desses cereais nas entrelinhas do cafeeiro.

Muitos resultados de pesquisa sobre culturas intercalares no cafezal mostram que o feijão, juntamente com o arroz, constituem-se nas culturas mais recomendadas (Begazo, 1984; Melles et al., 1979; Melles et al., 1985 a e b). Esses resultados mostram também que a população do feijoeiro intercalado ao cafeeiro pode influenciar no desenvolvimento e na produtividade do mesmo. No entanto, é indispensável, para o sucesso do cultivo, que os aspectos relacionados com a adubação de ambas as culturas e com a densidade populacional da cultura intercalar não sejam deixados de lado. De acordo com Melles & Silva (1978), a cultura do feijão pode comprometer a produção do cafeeiro quando cultivada em populações não adequadas, mas, três a cinco linhas de feijoeiro intercalares ao café no espaçamento de quatro metros entre linhas, com adubações e densidades recomendadas, não interferiram na produção do cafeeiro. Santinato et al. (1977) verificaram que o plantio de feijão a diferentes distâncias das linhas de café (0,50; 1,00 e 1,50m) também não interferiu na produção do cafeeiro nas duas primeiras colheitas de café.

Considerando o monocultivo do feijoeiro, Souza (2000) relata que populações de plantas equilibradas com os demais fatores de produção são uma tecnologia prática, de fácil aceitação, sem custo adicional e que poderia ainda promover ganhos econômicos. O mesmo autor afirma, ainda, que, dentre outros fatores, a população ideal de feijoeiros em monocultivo é função da capacidade do solo em fornecer nutrientes. Dessa forma, uma recomendação adequada de adubação deverá considerar a população de plantas envolvidas no sistema de produção. Para cada nível de adubação, deve haver um nível biologicamente

ótimo de população e, ao mesmo tempo, para cada nível populacional, haverá um nível de adubação economicamente mais adequado.

Da mesma forma, em sistemas de cultivo consorciado, a população ideal de ambas as culturas está relacionada com a capacidade do solo em fornecer nutrientes, além da capacidade de cada cultura em competir por água, luz e nutrientes. O nível ideal de adubação de cada cultura está relacionado com a sua densidade populacional, da fertilidade natural do solo, com o comportamento nutricional de cada cultura e com a interação entre elas. Sendo assim, para cada tipo de associação de culturas, espécies, estágio de desenvolvimento, tipo de consórcio e outros fatores, haverá uma população e um nível de adubação economicamente mais adequados. A utilização desses fatores nos seus níveis ótimos leva a melhores resultados econômicos.

#### **2.4 Retorno econômico dos cultivos consorciados**

A maioria das pesquisas realizadas com cultivos consorciados buscou, até hoje, a máxima produtividade das culturas e o nível ótimo de utilização de cada fator de produção, como densidade de plantas, adubação e outros (Begazo, 1984; Melles et al., 1985 a e b; Melles & Silva, 1978). Esses indicadores são normalmente denominados de Máxima Eficiência Física (MEF). Entretanto, é importante conhecer também qual é a combinação de recursos que proporcionará maior retorno econômico, ou seja, a Máxima Eficiência Econômica (MEE), que irá variar de acordo com os custos do sistema produtivo, com a produtividade alcançada por cada cultura e, ainda, com a relação de preços entre as culturas consorciadas. Desse modo, é possível conhecer quais dos tratamentos consorciados proporcionam maior rentabilidade, ou seja, maior margem líquida, e compará-los ao retorno econômico do sistema de monocultivo.

O fundamento teórico para análise do retorno econômico de uma atividade agrícola baseia-se nos princípios da teoria do custo ou da produção, cujos indicadores econômicos estimam a eficiência econômica do experimento a ser analisado.

A simples análise da quantidade produzida de cada produto pode levar à interpretação incompleta sobre o melhor sistema de cultivo. Há que se considerar também a relação dos preços de cada produto para que se possa conhecer o tipo de cultivo com melhor resposta econômica. Embora normalmente ocorra redução nos rendimentos de feijão consorciado, devido ao sombreamento, conforme verificaram Portes & Silveira (1982), o consórcio não deixa de ser um sistema vantajoso economicamente, principalmente pelo maior aproveitamento da área do terreno e, secundariamente, pelos menores riscos climáticos e maior estabilidade dos sistemas de consórcio, o que evita grandes variações no preço e na produção ao longo dos anos.

Mesmo que o rendimento do feijoeiro em consórcio seja menor que o do monocultivo, a utilização do feijoeiro como cultura intercalar do cafeeiro pode representar vantagem econômica, devido ao maior aproveitamento da área das entrelinhas do cafezal. Uma maneira de se avaliar a eficiência econômica do consórcio nos estudos experimentais, de acordo com Vieira (1999), é o emprego da produção equivalente. Trata-se de uma avaliação econômica em que utiliza-se a relação de preços entre as produções das culturas associadas. Para calcular a produção equivalente de uma cultura (a), usa-se a seguinte equação de transformação:

$$Ye = Ya + rYb$$

em que:

$Ye$  = produção equivalente da cultura (a);

$Ya$  e  $Yb$  = produções das culturas (a) e (b), respectivamente;

$r$  = relação de preços entre os dois produtos (preço de a / preço de b).

A dificuldade com o processo é a relação de preços ( $r$ ), cuja grandeza sofre variação a cada ano, em razão do comportamento de mercado, principalmente da maior ou menor oferta dos dois produtos nas distintas regiões produtoras. Isso equivale a dizer, como é próprio das análises econômicas, que, embora o cálculo da produção equivalente seja válido para um determinado momento, para a sua atualização basta recalculá-lo quando houver mudanças da grandeza de  $r$ . Existe, ainda, a possibilidade da representação gráfica, relacionando  $Y_e$  e  $r$ , em função das variações de preço por determinado período.

Além de não considerar os custos de produção de cada cultura da associação, no caso específico da utilização de culturas intercalares nas fases de formação ou renovação da lavoura cafeeira, outra dificuldade é a ausência de produção de café nesses períodos, o que impossibilitaria o cálculo da produção equivalente.

A avaliação do consórcio também pode ser feita por uma análise econômica, por meio da margem líquida, que é obtida pela renda bruta subtraída pelos custos operacionais ou, ainda, a partir do lucro, obtido pela renda bruta subtraída pelos custos totais de produção de cada tratamento.

Chaves (1977 a e b), trabalhando com as culturas do arroz, algodão, feijão, milho e soja, verificaram que o feijão e a soja foram as culturas que proporcionaram maior renda líquida quando intercaladas ao cafeeiro em formação ou recepados. Chaves et al. (1976), estudando arroz, feijão, milho e soja como culturas intercalares a cafeeiros recepados no estado do Paraná, verificaram que o feijão foi a cultura que proporcionou a maior renda líquida por hectare e, ainda, que o feijão e a soja foram os que menos concorreram com o cafeeiro. Confirmando esse resultado, Chaves (1978), intercalando arroz, feijão, milho e soja em lavouras cafeeiras em formação, verificaram que, embora as produções das culturas intercalares não tenham sido satisfatórias por conta da estiagem, as culturas de arroz, feijão e soja não prejudicaram o cafeeiro em

nenhuma das características avaliadas. Santinato et al. (1976), trabalhando com diferentes números de linhas de feijoeiro intercalares a um cafezal com espaçamento tradicional (quatro metros entre linhas), verificaram que a utilização de oito linhas de feijoeiro foi o tratamento que proporcionou a maior renda líquida nos dois primeiros anos de formação da lavoura.

De acordo com Reis (2002), os custos de produção são definidos como a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola, em certo período de tempo, e que podem ser classificados como sendo de curto e de longo prazo. O curto prazo é definido como o tempo mínimo necessário para se completar o ciclo de produção ou uma safra, enquanto que, no longo prazo, a aplicação dos recursos tem duração maior que o período de uma safra ou ciclo.

Os indicadores de custos de produção estimam se, e como, os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados, possibilitando também verificar como está a rentabilidade da atividade em questão, comparada a outras alternativas de emprego do tempo e capital. A metodologia usada para tal verificação é a comparação dos custos com a receita obtida pela atividade ou empresa. Reis (2002) assim define e classifica os tipos de custos e outros indicadores econômicos em que se baseia a teoria dos custos de produção:

a) **Custo fixo (CF):** correspondente aos recursos que não são assimilados totalmente pelo produto no curto prazo, considerando-se apenas a parcela de sua vida útil, por meio de depreciação. Do ponto de vista de fluxo de caixa, estes custos são reembolsados a longo prazo, devendo, no curto prazo, somente considerar a depreciação do período de uso. Não são facilmente alteráveis no curto prazo e seu conjunto determina a capacidade de produção, ou seja, a escala de produção. São exemplos de recursos de custo fixo: terras, benfeitorias,

máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, árvores frutíferas, formação de lavouras e obras de irrigação e drenagem, entre outros.

**b) Custo variável (CV):** referente aos insumos que se incorporam totalmente ao produto no curto prazo, não podendo ser aproveitados, ou claramente aproveitados, para outra safra. São alteráveis no curto prazo, ou seja, durante a safra podem ser modificados. Exigem dispêndios monetários de custeio durante a safra. Enquadram-se nesta categoria: fertilizantes, defensivos, combustíveis, alimentação, medicamentos, manutenção, mão-de-obra, serviços de máquinas e equipamentos, entre outros.

**c) Custo alternativo ou de oportunidade (Calt):** é o retorno que o capital utilizado na atividade agrícola estaria proporcionando se fosse aplicado em outras alternativas. Permite verificar se é viável economicamente o empreendimento em questão, desde que seu retorno financeiro seja igual ou superior às outras alternativas de uso do capital (taxa de juros real da caderneta de poupança, aluguel da terra, rentabilidade de outras atividades, entre outros). Nesse caso, o mais comum é estabelecer uma taxa de juros e/ou aluguel. Consiste na remuneração normal ao capital e trabalho alocados na atividade agrícola em questão.

**d) Custo operacional (Cop):** é o custo de todos os recursos que exigem desembolso monetário por parte da atividade produtiva para sua recomposição, como gastos com insumos, mão-de-obra, manutenção, despesas gerais, incluindo as depreciações dos recursos fixos. É dividido em custo operacional fixo (CopF) e custo operacional variável (CopV). A finalidade dos custos operacionais na análise é a opção de decisão em casos em que os retornos financeiros sejam inferiores aos de outras alternativas, representadas pelos custos de oportunidade. Nesse sentido, ainda podem-se fazer importantes interpretações com base neste tipo de custo.

e) **Custo econômico ou total (CT):** somando-se o custo operacional ao custo alternativo, obtém-se o custo econômico ou custo total.

f) **Custos totais e médios:**

- custo total (CT): é a soma dos custos fixos totais (CFT) e variáveis totais (CVT). Para transformá-lo em custo total médio (CTMe), divide-se o CT pela quantidade (q) produzida naquela safra;
- custo operacional total (CopT): é a soma dos custos operacional fixo total (CopFT) e operacional variável total (CopVT). O custo operacional total médio (CopTMe) é a divisão do CopT pela quantidade (q) produzida naquela safra;
- dos custos totais obtém-se ainda o custo fixo médio (CFMe), o custo variável médio (CVMe), o custo operacional fixo médio (CopFMe) e o custo operacional variável médio (CopVMe), com a divisão dos respectivos valores totais pela produção (q).

g) **Receita média (RMe):** é o preço do produto acrescido, quando for o caso, do valor médio das vendas dos subprodutos. Comparando-se a receita média com os custos totais médios, obtém-se a análise econômica da atividade em questão, por unidade produtiva. Outra alternativa seria a comparação da receita média (ou o preço) com os custos operacionais médios, tendo-se, assim, o conceito de resíduo ou margem líquida de cada unidade produtiva.

h) **Lucro:** é a diferença entre receita e custos, podendo ser total, para toda a produção, ou médio, para cada unidade produzida. Quando o custo total médio é menor que o preço do produto, tem-se uma situação de lucro supernormal (LSN) ou econômico, o que indica que a atividade está obtendo retornos maiores que as melhores alternativas possíveis de emprego do capital e que a empresa pode expandir-se no médio e longo prazo. No caso do CTMe ser igual ao preço do produto, estará ocorrendo lucro normal (LN), sugerindo que a atividade está obtendo retornos iguais aos que seriam obtidos nas melhores alternativas

possíveis de emprego dos recursos. Significa estabilidade, mantendo, assim, o nível de produção a curto e longo prazo.

i) **Resíduo:** quando a RMe da atividade não cobrir o custo total médio, pode-se utilizar o custo operacional para a análise da rentabilidade do empreendimento, utilizando-se assim o conceito de resíduo (RS), definido como a diferença entre a receita e os custos operacionais. Se a RMe for maior que o CopTMe, a atividade apresenta resíduo positivo, indicando que a empresa está cobrindo todos os custos operacionais, fixos e variáveis, mas rendendo menos que o valor alternativo. Se a RMe for igual ao CopTMe, o resíduo é nulo. Nesse caso, a atividade cobre todos os custos operacionais, mas não proporciona a remuneração do capital empatado na atividade. Se a RMe é menor que o CopTMe, mas ainda superior ao CopVMe, a atividade está cobrindo todos os custos operacionais variáveis e somente parte do operacional fixo. Neste caso, o resíduo é negativo e o empreendimento pode sustentar-se só no curto prazo, pois está ocorrendo um processo de descapitalização. Se a RMe é menor que o CopVMe, para cobrir as despesas de custeio, a empresa terá de alocar recursos financeiros de outras fontes, o que caracteriza o subsídio da atividade.

Pode-se também fazer essa análise utilizando-se os custos e receitas totais em vez dos médios. A interpretação, neste caso, atende aos seguintes indicadores:

a) **Ponto de nivelamento (qn):** indica o nível de produção, no qual a atividade produtiva teria seus custos totais iguais à receita total, obtendo-se, dessa forma, lucro normal. É calculado a partir da expressão:

$$qn = \frac{\text{Custo fixo total}}{\text{Receita média} - \text{Custo variável médio}}$$

b) **Ponto de resíduo (qr):** indica o nível de produção, no qual a atividade produtiva teria seus custos operacionais totais iguais à receita total. Identifica o

nível de produção acima do qual apresentam-se resíduos positivos. É calculado a partir da expressão:

$$qr = \frac{\text{Custo operacional fixo total}}{\text{Receita Média} - \text{Custo operacional variável médio}}$$

c) **Produção de cobertura:** indica a quantidade produzida necessária para cobrir todos os custos. Assim, tem-se produção de cobertura total (Pct) e produção de cobertura operacional (Pcop), aplicando-se as expressões:

$$Pct = \frac{\text{Custo total}}{\text{Preço}} \quad \text{e} \quad Pcop = \frac{\text{Custo operacional total}}{\text{preço}}$$

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, A. T. Efeitos de cultivares e números de linhas de soja (*Glicine max L. Merrill*) sobre o cafeeiro (*Coffea arabica L.*) em sistema de consórcio. 1991. 65 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- BGAZO, J. C. E. O. Considerações sobre o feijão como cultura consorciada do cafezal e mandiocal. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 50-51, out. 1984.
- BGAZO, J. C. E. O.; OLIVEIRA, J. A. de. *Culturas intercalares em cafezal*. Viçosa: UFV, 1979. 12 p. (Boletim Técnico).
- CAMARGO, M. B. *Sistemas de adubação no consórcio milho (Zea mays) e feijão (Phaseolus vulgaris)*. 1983. 70 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados e em formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1978. p. 125-127.
- CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5., 1977, Guarapari. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977a. p. 62-64.
- CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares na formação de lavouras cafeeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5., 1977, Guarapari. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977b. p. 55-57.
- CHAVES, J. C. D.; GARCIA, A.; ASSUMPCÃO, L. C.; KRANZ, W. M.; COLASSANTE, O. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4., 1976, Caxambú. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 173-175.
- CHEBABI, M. A. A. *Influência da competição nutricional de culturas anuais (arroz, milho, feijão e soja), no desenvolvimento do cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 1984, 72 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

**COBUCCI, T. Efeitos de doses e épocas de aplicação em cobertura do adubo nitrogenado no consórcio milho - feijão. 1990. 94 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.**

**COFFEE BUSINESS, Anuário Estatístico do Café 2004-2005. Rio de Janeiro: Coffee Business, 2005. 130 p.**

**FERREIRA, C. M.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de. Feijão na economia nacional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 135).**

**GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Culturas intercalares. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Cafeicultura. Lavras: Indi Gráfica Editora, 2002a. p. 247-257.**

**GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Morfologia e Fisiologia do Cafeeiro In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Cafeicultura. Lavras: Indi Gráfica Editora, 2002b. p. 100-124.**

**GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Podas do Cafeeiro: Época, Tipos de Poda, Podas x Densamento da Lavoura. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Cafeicultura. Lavras: Indi Gráfica Editora, 2002c. p. 182-193.**

**HUGO, R. G. Café e Guandu: um casamento mais que perfeito. Revista Agroecologia Hoje, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 21, abr. 2000.**

**LOPES, N. F. Adaptabilidade fisiológica ao consórcio. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. P. 375-395.**

**MARCHI, E. C. S.; MARCHI, G. Culturas Intercalares no cafezal. Lavras, 2002. 51 p. Disponível em: <[www.geocities.com/gildoma/index.htm](http://www.geocities.com/gildoma/index.htm)>. Acesso em: 20 maio 2003.**

**MELLES, C. C. A.; CHEBABI, M. A. A.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Culturas intercalares em lavouras cafeeiras nas fases de formação e produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 12., 1985, Caxambu. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro: IBC. 1985a. p. 198-201.**

MELLES, C. C. A.; CHEBABI, M. A. A.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Culturas intercalares em lavouras cafeeiras nas fases de formação e produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 1985b. v. 126, p. 65-68.

MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; NACIF, A. P.; SILVA, C. M. da; CARVALHO, M. M. de; ANDRADE, M. A. de. Efeito de culturas intercalares na formação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7., 1979, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1979. p. 174-175.

MELLES, C. C. A.; SILVA, C. M. Culturas intercalares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 44. p. 70-71, ago. 1978.

MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 303-322.

PORTES, T. de A.; SILVEIRA, P. M. Efeito do sombreamento artificial sobre características morfológicas e produção de grãos em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais....** Goiânia: EMBRAPA/CNPAP, 1982. p. 151-153.

RAMALHO, M. A. P. Consórcio nas regiões Sudeste e centro-Oeste. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. P. 375-395.

REIS, R P. **Fundamentos de economia aplicada**. Edição revisada e ampliada. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95 p.

SANTINATO, R.; MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V. Feijão como cultura intercalar nos dois primeiros anos de formação de cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 19746, Caxambú. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 243-245.

SANTINATO, R.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V.; MIGUEL, A. E. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) como cultura intercalar de cafezal em formação (1o, 2o e 3o ano). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guaraparí. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977. p. 212-215.

**SOUZA, A. B. de. Populações de plantas, níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) num solo de baixa fertilidade. 2000. 69 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T. J. de; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1998.**

**VIEIRA, C. Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil. Viçosa: UFV, 1999. 183 p.**

**VIEIRA, C. O feijão em cultivos consorciados. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1985. 134 p.**

**YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos sócioeconômicos da cultura. In: ARAÚJO, R. S. et al. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1996. p. 1-21.**

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) INTERCALADO COM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) ADENSADO RECÉM-PLANTADO.

#### 1 RESUMO

Carvalho, Abner José de. Sistemas de produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalado com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) adensado recém-plantado. In: \_\_\_\_\_ Desempenho técnico-econômico de sistemas intercalares do feijoeiro-comum em lavouras de café (*coffea arabica* L.) adensado. 2005. p. 29-59. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>1</sup>.

Visando estudar o efeito do número de linhas e do nível de adubação do feijoeiro no desempenho agrônômico do consórcio do cafeeiro com a leguminosa, foi conduzido um experimento de campo na Universidade Federal de Lavras, em um Latossolo Vermelho distroférico típico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições e esquema fatorial 4 x 4 + 1, envolvendo quatro números de linhas intercalares do feijoeiro (uma, três, quatro e seis linhas por rua de café) e quatro doses de adubação da leguminosa (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada para o monocultivo), mais um tratamento adicional (o monocultivo do cafeeiro ou do feijoeiro). O experimento foi conduzido em lavoura comercial da cv. Catucaí recém-plantada e a cultivar de feijoeiro foi a 'BRS-MG-Talismã'. No feijoeiro foram avaliados os estandes inicial e final, a altura de plantas e o rendimento de grãos com seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de cem grãos). No cafeeiro, as características avaliadas foram a emissão de pares de folhas e o incremento na altura de plantas e no diâmetro do caule, verificados entre a semeadura e a colheita do feijoeiro, além da mortalidade dos cafeeiros. Os resultados permitem concluir que o aumento do número de linhas de feijoeiro cultivadas nas entrelinhas do cafezal recém-plantado eleva o rendimento de grãos da leguminosa, mas reduz o incremento do diâmetro do caule do cafeeiro. A partir de quatro linhas intercalares de feijoeiro, em cafeeiro

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

em cafeeiro com espaçamento de 3m entre linhas, há tendência de aumento da mortalidade de plantas de café, principalmente na ausência de adubação da leguminosa. A adubação equivalente a até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa intercalada ao cafezal, mas contribui para diminuir a mortalidade do cafeeiro recém-plantado.

## CHAPTER 2

### SYSTEMS OF BEAN PRODUCTION (*Phaseolus vulgaris* L.) INTERCALATED WITH THICKENED NEWLY PLANTED COFFEE TREE (*Coffea arabica* L.).

#### 2 ABSTRACT

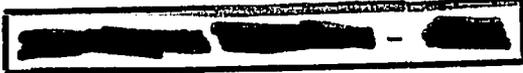
CARVALHO, Abner José de. Systems of bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalated with thickened newly planted coffee tree (*Coffea arabica* L.). In \_\_\_\_\_ **Technical-economic performance of intercalary systems of the common bean plant in thickened coffee crops (*Coffea arabica* L.)**. 2005. p. 29-59. Dissertation (master in crop science) – Federal University of Lavras, Lavras –MG<sup>1</sup>.

Aiming to study the effect of the number of rows and level of fertilization of the bean plant on the agronomic performance of the mixture of the coffee tree with the legume plant, a field experiment was conducted in the Federal University of Lavras on a typical dystroferic red Latosol. The experimental design was in randomized blocks with three replicates and 4 x 4 + 1 factorial scheme, involving four number of intercalary rows of the bean plant (one, three, four and six rows per path of coffee) and four doses of fertilization of the legume (0, 50, 100 and 150% of the fertilization recommended for the monocultivation), plus an additional treatment ( the monocultivation either of the coffee tree or bean plant). The experiment was conducted in a commercial crop of the newly – planted cultivar Catucaí and the cultivar of bean plant was BRS-MG-Talismã. On the bean plant, the initial and final stands, plant height and grain yield per pod and average weight of one hundred grains) were evaluated. On the coffee tree, the evaluated characteristics were the emission of pairs of leaves and increment in plant height and in stem diameter, verified between sowing and harvest of the bean plant, in addition to the mortality of the coffee trees. The results allowed to conclude that the increase of the number of rows of bean plant grown on the interrows of the newly planted coffee plantation raises the legume grain yields, but reduces the increment of the coffee tree stem diameter. From four intercalary rows of bean plant oin coffee tree with a interrow spacing of 3 m, there is a trend of increasing mortality of coffee plants, mainly in the absence

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (adviser), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

of fertilization of the legume. The fertilization equivalent to up to 150% of the dose recommended for the monocultivation of the bean plant does not influence the legume grain yield intercalated in the coffee plantation but contributes to decrease the mortality of the newly-planted coffee tree.



### 3 INTRODUÇÃO

Desde o início da cafeicultura no Brasil, utilizaram-se culturas intercalares, principalmente nos primeiros anos de formação da lavoura, conforme relatam diversos autores (Begazo, 1984; Chebabi, 1984; Guimarães et al., 2002; Vieira, 1985). Os motivos que levaram os cafeicultores a adotarem esse tipo de cultivo são bastante discutidos na literatura. Para Vieira (1985), a fase de implantação da lavoura cafeeira tem alto custo, devido ao grande dispêndio de insumos e mão-de-obra exigidos na ocasião. Além disso, somente a partir do terceiro ano após a implantação, a lavoura começará a dar retornos. Daí a importância das culturas intercalares: proporcionar renda imediata ao cafeicultor, ajudando-o a reduzir os custos de formação da lavoura. Outras vantagens apontadas para as culturas intercalares no cafezal são a fixação da mão-de-obra na propriedade rural (sistema de parceria) e a redução de capinas, além da melhor utilização e conservação do solo.

Apesar de apresentar uma série de vantagens, esse tipo de cultivo tem sido, muitas vezes, uma atividade frustrante, devido ao baixo rendimento das culturas intercalares. Assim, o sistema de produção, compreendido pelos tratamentos culturais, fitossanitários e adubações, tanto da cultura intercalar quanto do cafeeiro deve ser bem planejado para o sucesso do uso dessa prática (Guimarães et al., 2002). Outros autores (Chaves, 1977 a e b; Melles et al., 1979; Vieira, 1985) ainda chamam a atenção para possíveis prejuízos no desenvolvimento de cafeeiros novos e na produção de cafeeiros adultos consorciados com outras culturas, quando a adubação e/ou populações são inadequadas.

O objetivo desse estudo foi, a partir de características avaliadas em ambas as culturas, determinar o número de linhas e a dose de adubação do feijoeiro que proporcionam maior produção de grão da leguminosa em cultivo intercalar com cafeeiro recém-plantado, sem comprometer o seu desenvolvimento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

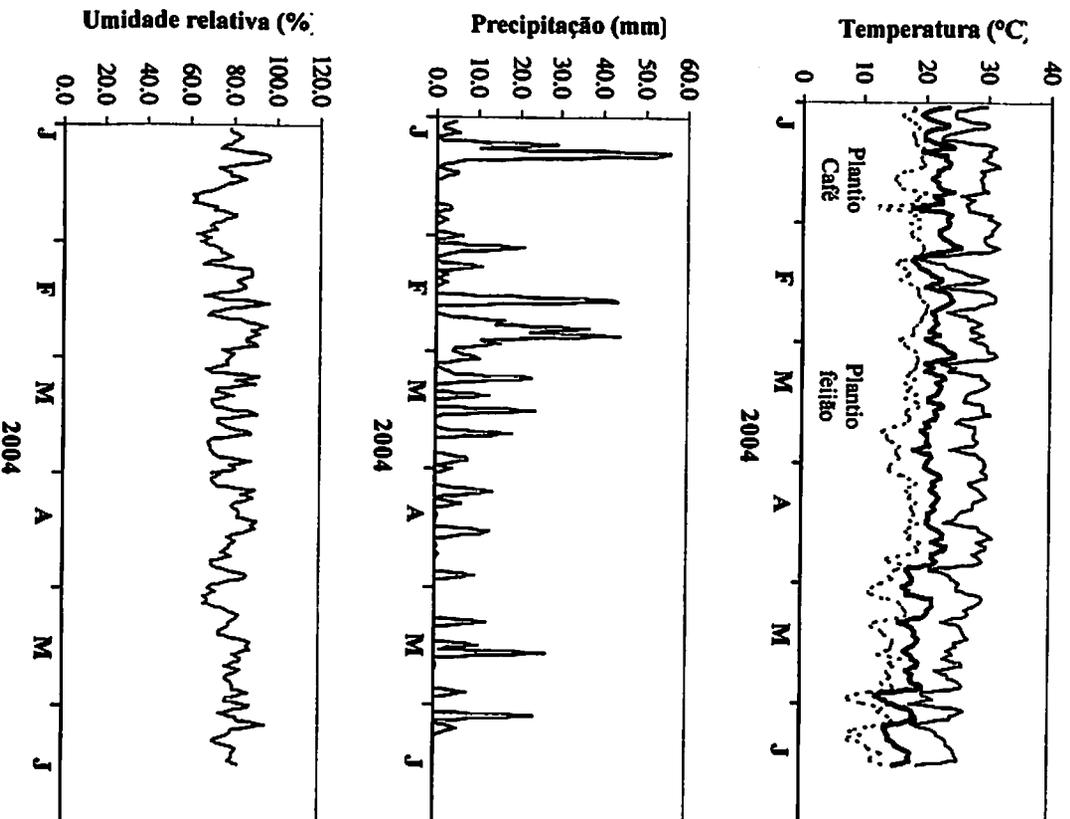
### 4.1 Caracterização das áreas

O experimento de campo foi conduzido no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na safra de verão-outono ou plantio de verão de 2004, conforme classificação de Vieira & Vieira (1995) para as épocas de semeadura do feijoeiro e tratada, doravante, apenas como safra da seca.

Lavras situa-se na região Sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 910 metros acima do nível do mar (Brasil, 1992). A topografia da região é caracterizada pela dominância de um relevo colinoso (Sebrae, 1998).

O clima do município é classificado entre Cwb e Cwa, caracterizando clima temperado a temperado subtropical com inverno seco, segundo a classificação de Köppen (Lavras, 1993). A temperatura média do mês mais quente é 26,1°C e, do mês mais frio, 14,8°C, sendo a média anual de 19,4°C. A precipitação média anual é de 1.529,7 mm, com cerca de 70% desse total concentrados de novembro a março. A evaporação total no ano é, em média, 1.034,3 mm, e a umidade relativa do ar tem média anual de 76,2% (Brasil, 1992). As principais ocorrências climáticas verificadas durante o período de condução do ensaio são apresentadas na Figura 1.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 1999), originalmente sob vegetação de cerrado. Resultados das análises químicas de amostras de material de solo, coletadas de 0 a 20 cm de profundidade, por ocasião do preparo do solo das áreas utilizadas, são apresentados na Tabela 1.



**FIGURA 1.** Variação diária das médias de temperatura (máxima, média e mínima), precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de janeiro a junho de 2004 (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, situada no campus da UFPA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).

**TABELA 1.** Resultados de análises de amostras (0–20 cm de profundidade) de material do solo das áreas experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2004  
(1)

<b>Características</b>	<b>Cultivo intercalar</b>	<b>Feijão em monocultivo</b>
pH em H <sub>2</sub> O (1 : 2,5)	6,2 A	5,9 Bo
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	41,3 MBo	18,9 MBo
P-rem (mg.dm <sup>-3</sup> )	14,7	14,0
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	266 MBo	130 Bo
Ca trocável (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	4,1 MBo	3,4 Bo
Mg trocável (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,1 Bo	1,6 MBo
Al trocável (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,0 MBa	0,0 MBa
H + Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3,6 M	2,9 M
S.B. (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,9 Bo	5,3 Bo
t (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,9 Bo	5,3 Bo
T (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	9,5 Bo	8,2 M
m (%)	0 MBa	0 MBa
V (%)	62,0 Bo	64,8 Bo
Matéria orgânica (dag.kg <sup>-1</sup> )	—	2,1 M

(1) Análises realizadas pelo laboratório do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Alvarez, V. et al. (1999). A = teor alto, MBo = teor muito bom, Bo = teor bom, M = teor médio, MBa = muito baixo.

#### **4.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas**

O delineamento experimental empregado para cada cultura foi o de blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4 x 4 + 1, envolvendo quatro números de linhas de feijoeiro em consórcio (1, 3, 4 e 6 linhas intercalares por espaço entre linhas de café) e quatro doses de adubação do feijoeiro consorciado (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada para o monocultivo), mais um tratamento adicional referente ao monocultivo.

Nos sistemas consorciados, independentemente do número de linhas de feijoeiro, cada parcela consistia em 36 m<sup>2</sup> de área total (6m de comprimento e 6m de largura, correspondentes a duas ruas de café), sendo considerada a área útil de 18 m<sup>2</sup> (6m de comprimento e 3m de largura). No feijão em monocultivo,

a área total foi de 24 m<sup>2</sup>, envolvendo oito linhas de 6m de comprimento; neste caso a área útil da parcela foi de 12 m<sup>2</sup>, correspondentes às quatro linhas centrais de feijoeiro.

As avaliações foram realizadas utilizando-se uma, três, quatro ou seis linhas de feijoeiro, de maneira a manter sempre a proporcionalidade entre o número de linhas de ambas as culturas, característica de cada tratamento. Nas parcelas com uma fileira de feijoeiro por entrelinha, foi tomada ao acaso a fileira de um dos espaços entrelinhas da parcela. Nos tratamentos com quatro ou seis fileiras de feijoeiro, foram tomadas duas ou três fileiras de feijoeiro laterais à linha central de café. Nos tratamentos com três fileiras de feijoeiro, foram tomadas, aleatoriamente, duas fileiras de uma entrelinha e uma fileira da outra entrelinha de café da parcela. O rendimento de grão do feijoeiro foi estimado a partir da produção obtida pela área útil de cada parcela, transformada em quilos por hectare.

No caso do café, tanto em consórcio quanto em monocultivo, as avaliações foram realizadas em quatro plantas previamente marcadas na linha central de cada parcela, exceto o índice de mortalidade, que considerou todas as plantas pertencentes àquela linha de café.

#### **4.3 Instalação e condução do experimento**

As parcelas do cultivo intercalar e do monocultivo do café foram demarcadas em lavoura cafeeira comercial implantada em janeiro de 2004, no espaçamento adensado de 3,0 m entre linhas e 0,60 m entre plantas. A cultivar de café utilizada foi a 'Catucaí Amarelo', que apresenta porte baixo, alto potencial de produção, excelente vigor vegetativo e resistência à ferrugem causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* (Mendes et al., 2002). As sementes utilizadas para a formação das mudas foram oriundas da Fazenda Experimental do IBC de Varginha, MG. As mudas foram formadas no viveiro do Setor de

Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se tubetes de polietileno rígido como recipiente. O plantio das mudas ocorreu quando estas estavam com 3 a 4 pares de folhas.

A cultivar de feijoeiro empregada foi a 'BRS-MG – Talismã', que apresenta grãos tipo carioca, crescimento indeterminado com guias longas (tipo III), porte prostrado, ciclo médio de 85 dias, resistência à raça alfa Brasil (patótipo 89) de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e ao mosaico comum (VMCF) e resistência intermediária à mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) (Cultivar, 2002).

O cálculo da necessidade de calagem, de acordo com o método de saturação por bases (Alvarez V. & Ribeiro, 1999), indicou que a correção da acidez do solo nas áreas empregadas (Tabela 1) não seria necessária.

O preparo do solo das glebas utilizadas foi convencional. Para o plantio do café foram realizados uma subsolagem, uma gradagem pesada e o sulcamento, enquanto que para o plantio do feijoeiro intercalar, foi efetuada uma gradagem leve nas entrelinhas do cafeeiro. Na gleba destinada ao monocultivo do feijoeiro foram realizadas uma aração e uma gradagem. Em ambos os casos, o plantio do feijoeiro foi realizado manualmente, com a utilização de enxadas para o sulcamento das linhas e distribuição manual das sementes.

O cafeeiro foi adubado conforme recomendação oficial para o estado de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999). A adubação de plantio do cafeeiro constou de 87,5 g de  $P_2O_5$  por metro de sulco. Foram realizadas também duas adubações de pós-plantio em cobertura, na dose de 5 g cova<sup>-1</sup> de N, fonte uréia, por aplicação, além de duas pulverizações foliares com micronutrientes (zinco e boro) e fungicida cúprico, realizadas com pulverizador costal manual.

A adubação de referência (100%) do feijoeiro foi a recomendada oficialmente em Minas Gerais para o nível 2 de tecnologia (Chagas et al., 1999). Tanto no monocultivo como no cultivo intercalar, constou de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40

kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no plantio mais 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Os fertilizantes foram distribuídos manualmente em forma de filete contínuo, no fundo do sulco (na adubação de plantio) ou lateralmente às plantas (em cobertura).

As parcelas do feijão em monocultivo foram instaladas em área contígua ao cafezal. Tanto no monocultivo como no cultivo intercalar, o feijoeiro foi semeado em março de 2004, no espaçamento de 0,50 m entre linhas e a uma profundidade de 3 a 4 cm. No caso dos sistemas consorciados, foram semeadas 15 sementes por metro de sulco, correspondentes ao mesmo número utilizado no monocultivo.

Os cultivos foram permanentemente monitorados e não foram necessárias quaisquer medidas de controle fitossanitário, com exceção da aplicação de fungicida cúprico no cafeeiro, que tem também caráter nutricional. O manejo das plantas daninhas foi realizado por capinas manuais, objetivando a manutenção das culturas no limpo e a menor concorrência das plantas daninhas. O cafeeiro foi capinado quatro vezes nos tratamentos com uma ou três linhas intercalares e em monocultivo, três vezes nos tratamentos com quatro linhas e duas vezes nos tratamentos com seis linhas.

A colheita do feijão foi realizada manualmente, de maneira que o feijão em rama arrancado foi transportado até local apropriado à secagem e trilha.

#### **4.4 Características avaliadas**

##### **4.4.1 Feijoeiro**

No feijoeiro foram avaliados os estandes inicial e final, a altura média de plantas e o rendimento de grãos com seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de 100 grãos).

Os estandes inicial e final foram estimados a partir da contagem do número de plantas de feijão existentes nas fileiras úteis de cada parcela. A contagem do estande inicial ocorreu aos 15 dias após a semeadura, enquanto o estande final foi contado por ocasião da colheita.

A altura média das plantas foi estimada pela medição do comprimento da haste principal (do colo até a inserção da última folha) de uma amostra de dez plantas de feijão colhidas ao acaso nas linhas úteis de cada parcela. O número de vagens por planta foi estimado a partir da contagem do número total de vagens da amostra de 10 plantas, dividido pelo próprio número de plantas. Para a estimativa do número médio de grãos por vagem, foi contado o número total de grãos de 20 vagens tomadas ao acaso na amostra de dez plantas.

O peso médio de 100 grãos foi determinado a partir da pesagem de 3 amostras de 100 grãos retiradas do total de grãos de feijão produzido na parcela útil. O rendimento de grãos de feijão foi apurado pela pesagem da produção total da área útil da parcela, incluindo a produção da citada amostra de dez plantas. Tanto o peso médio de 100 grãos, expresso em gramas, quanto o rendimento de grãos, expresso em kg ha<sup>-1</sup>, foram corrigidos para 13% de umidade, por meio da aplicação da expressão:

$$P = \frac{Pc.(100 - Uo)}{(100 - Ui)}$$

em que:

P: peso corrigido

Pc: peso de campo

Uo: umidade de campo (%)

Ui: umidade de correção (13%)

#### **4.4.2 Cafeeiro**

As avaliações do cafeeiro foram realizadas em quatro plantas previamente marcadas em cada parcela. Foi contado o número de pares de folhas emitidos e medidos a altura das plantas e o diâmetro do caule na altura do colo (este último com o auxílio de paquímetro). Além dessas características, a mortalidade de plantas de cafeeiro durante o período do ensaio foi avaliada por meio da contagem de plantas mortas na linha central de cafeeiro de cada parcela.

As avaliações no cafeeiro foram realizadas por ocasião da semeadura do feijoeiro e após a colheita do mesmo. Para a análise estatística foram considerados os dados referentes ao incremento verificado entre as duas avaliações.

#### **4.5 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância conforme Gomes (2000), utilizando-se o pacote computacional Sisvar (Ferreira, 2000). As médias do tratamento adicional e do fatorial foram comparadas pelo teste de Tukey. No caso de significância das fontes de variação número de linhas ou adubação, os efeitos foram estudados através de regressão, selecionando-se o modelo adequado para expressá-los por meio da significância do modelo e do valor do  $R^2$ .

Os dados referentes à mortalidade do cafeeiro foram transformados em  $\sqrt{(x+1)}$  (Gomes, 2000).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características do feijoeiro

A análise de variância dos dados relativos aos estandes inicial e final, altura de plantas e do rendimento de grãos e seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de 100 grãos) está resumida na Tabela 2.

Os valores do coeficiente de variação (CV%) indicam que houve boa precisão experimental, compatível com a obtida em ensaios com as mesmas características do feijoeiro em monocultivo (Abreu et al., 1994). Verifica-se que os níveis de adubação (A) influenciaram significativamente apenas o estande inicial, enquanto o número de linhas intercalares de feijoeiro (NL) afetou os estandes inicial e final e o rendimento de grãos. A interação A x NL não se mostrou significativa para nenhuma das variáveis analisadas. O tratamento adicional diferiu da média do fatorial no que diz respeito aos estandes inicial e final e ao número de vagens por planta (Tabela 2).

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das características avaliadas em função do número de linhas e das doses de adubação do feijoeiro, além dos valores médios obtidos em cultivo intercalar e em monocultivo.

O incremento da adubação do feijoeiro causou ligeira redução do estande inicial (Figura 2), provavelmente devido ao aumento da concentração salina na rizosfera do feijoeiro. Este efeito negativo tem sido verificado por muitos autores, principalmente com o incremento da dose de N (Araújo et al., 1994; ; Rodrigues et al., 2002; Silveira & Damasceno, 1993; Teixeira et al., 2000) e também da dose de K (Andrade & Ramalho, 1995). Este efeito, entretanto, não foi suficiente para se manifestar em diferenças no estande final, conforme pode ser observado na Tabela 2. Apesar de não significativo, verifica-se, na Tabela 3, que a tendência foi a mesma.

**TABELA 2.** Análise de variância dos dados relativos ao feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

<b>QUADRADOS MÉDIOS</b>								
<b>Fontes de variação</b>	<b>GL</b>	<b>Estande inicial</b>	<b>Estande final</b>	<b>Altura de plantas</b>	<b>Nº vagens por planta</b>	<b>Nº grãos /vagem</b>	<b>Peso cem grãos</b>	<b>Rendimento de grãos</b>
<b>Bloco</b>	2	105,79ns	602,45ns	27,78ns	19,54ns	0,97ns	2,37ns	76623,56ns
<b>Tratamento</b>	16	16045,13**	12365,28**	65,33ns	20,92ns	0,74ns	1,04ns	1318165,04**
<b>Nº linhas (NL)</b>	3	70179,02**	53646,11**	90,24ns	13,40ns	1,50ns	0,49ns	6909921,40**
<b>Adubação (A)</b>	3	992,50**	576,53ns	89,76ns	3,41ns	0,35ns	1,31ns	14573,30ns
<b>NL x A</b>	9	296,19ns	283,85ns	55,32ns	20,52ns	0,44ns	0,90ns	15758,13ns
<b>Fat x Adicional</b>	1	40541,73**	32621,97**	7,38ns	99,55*	2,27ns	3,09ns	175333,32ns
<b>Resíduo</b>	32	215,58	393,77	251,76	17,90	0,84	1,05	56692,17
<b>CV (%)</b>		11,47	16,66	21,39	27,14	16,9	4,34	15,57

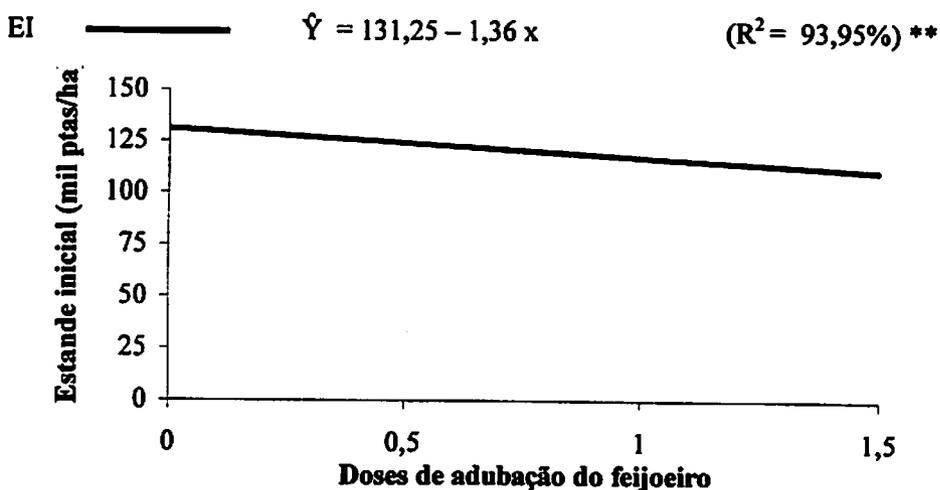
\*\* , \* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando observam-se, entretanto, os valores médios dos estandes inicial e final obtidos no fatorial, verifica-se que eles foram significativamente inferiores aos do monocultivo. O estande inicial do feijoeiro, como era esperado, aumentou linearmente com o incremento do número de linhas intercalares ao cafeeiro (Figura 3) e este efeito manifestou-se também no estande final (Figura 4). A população final de feijoeiros com 6 linhas de feijão em consórcio foi de 192 mil plantas por hectare, alcançando cerca de 87% da população de plantas do monocultivo, que foi de 220 mil plantas (Tabela 3).

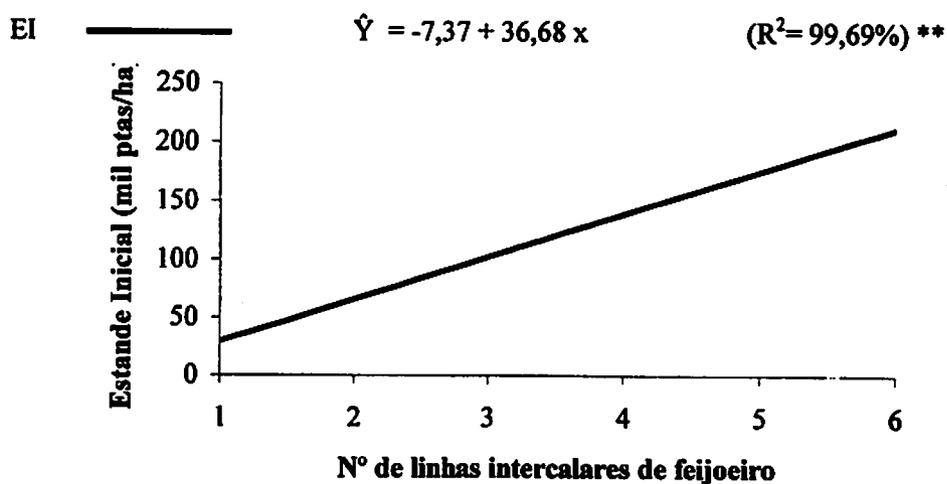
**TABELA 3.** Valores médios dos estandes inicial (EI) e final (EF) (mil plantas ha<sup>-1</sup>), altura de planta (AP) (cm), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), peso de 100 grãos –P100 (g) e rendimento de grãos (RG) (kg ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em cultivo intercalar ao cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

<b>Tratamento</b>	<b>EI</b>	<b>EF</b>	<b>AP</b>	<b>VP</b>	<b>GV</b>	<b>P100</b>	<b>RG</b>
<b>Nº de linhas</b>							
<b>1 linha</b>	33	32	74,1	17,2	5,5	23,68	544
<b>3 linhas</b>	98	97	70,4	14,9	5,3	23,78	1365
<b>4 linhas</b>	137	131	74,8	15,2	5,9	23,31	1816
<b>6 linhas</b>	216	192	77,0	16,4	5,1	23,61	2334
<b>Dose adubação</b>							
<b>0.0</b>	132	121	73,5	15,3	5,6	23,67	1471
<b>0.5</b>	125	114	77,0	16,5	5,7	23,26	1527
<b>1.0</b>	114	112	75,2	16,2	5,4	23,43	1508
<b>1.5</b>	113	105	70,6	15,7	5,3	24,02	1554
<b>Cultivo intercalar</b>	121 b	113 b	74,1	15,9 a	5,5	23,59	1515
<b>Monocultivo</b>	241 a	220 a	75,7	10,0 b	4,6	22,55	1764
<b>Média</b>	128	119	74,2	15,6	5,4	23,53	1530

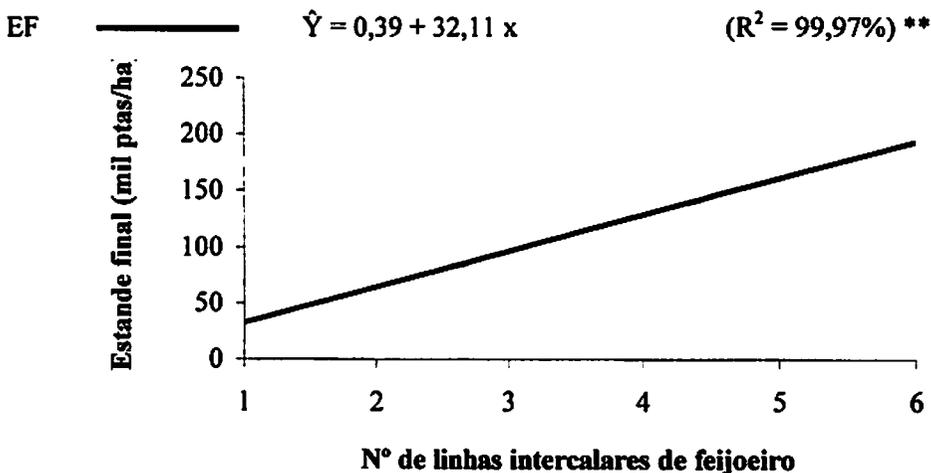
<sup>1</sup> Médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste F, a 5% de probabilidade.



**FIGURA 2.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em função das doses de adubação da leguminosa. UFLA, Lavras, MG, 2004.



**FIGURA 3.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em função do número de linhas da leguminosa. UFLA, Lavras, MG, 2004.

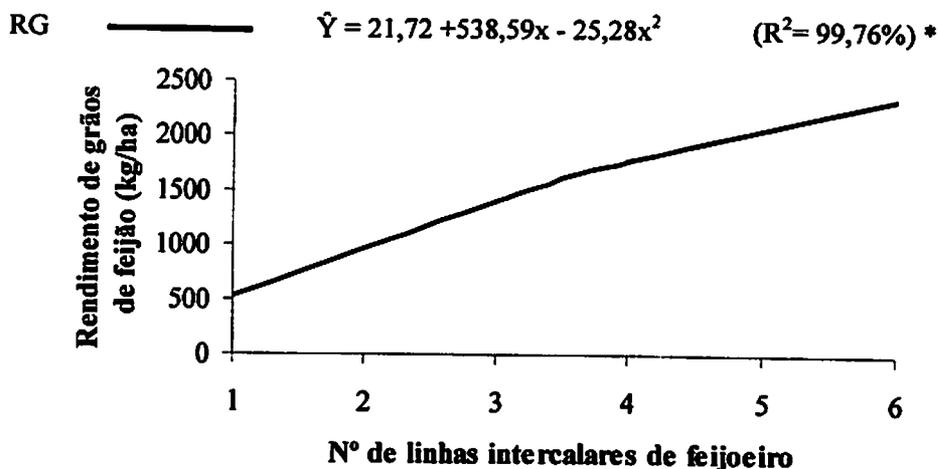


**FIGURA 4.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em função do número de linhas da leguminosa. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Como já indicado pela análise de variância (Tabela 2), verifica-se pelos dados da Tabela 3 que as médias de altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos realmente pouco variaram em função dos tratamentos.

O número de vagens por planta só apresentou diferença significativa entre a média do fatorial e a média do tratamento adicional (Tabela 2), indicando que, no cultivo intercalar, o número de vagens por planta foi superior (Tabela 3). Provavelmente, o menor número de plantas no consórcio, aliado às adaptações do feijoeiro em cultivos consorciados (Lopes, 1988), tenha proporcionado certa compensação entre os componentes do rendimento. Esta compensação tem sido observada em situações de menor população em monocultivo (Fernandes, 1987), levando a rendimentos de grãos equivalentes aos de maiores populações. No presente ensaio, isto ficou patente quando se comparou o monocultivo com a média do fatorial. Quando foram analisados os diferentes números de linhas de feijoeiro isto não ocorreu, devido às diferenças maiores entre as populações.

À medida que aumentou o número de linhas intercalares ao café, o rendimento de grãos do feijoeiro elevou-se de forma quadrática, independentemente do nível de adubação (Figura 5).



**FIGURA 5.** Rendimento de grãos do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em função do número de linhas da leguminosa. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Nota-se que o emprego de quatro linhas já havia superado o monocultivo (Tabela 3), mas o uso de seis linhas de feijão propiciou rendimento médio de grãos que superou em cerca de 30% o rendimento do monocultivo. Este resultado pode ser explicado, em parte, pela maior fertilidade do solo utilizado para o consórcio, aliado ao preparo de solo mais completo realizado por ocasião do plantio do café e que, certamente, beneficiou também o feijoeiro. Ajudam a explicar este fato, o maior estande final obtido (Figura 4) e o maior número de vagens/planta no cultivo intercalar (Tabela 3).

É necessário ressaltar que as doses de adubação não influenciaram a maioria das características e o rendimento de grãos do feijoeiro intercalado (Tabela 2), provavelmente em função da boa fertilidade inicial do solo (Tabela 1), o qual permitiu, mesmo sem adubação, rendimento que não diferiu do

emprego das doses recomendadas para a leguminosa, ou mesmo na presença adicional de 50% da dose recomendada.

Este resultado, entretanto, deve ser interpretado com cuidado, haja vista que o incremento da adubação, mesmo não trazendo maiores rendimentos de feijão, pode ser vantajoso se compensar eventual competição nutricional entre as culturas consortes, ou seja, se evitar redução no desenvolvimento do cafeeiro. Como se trata de cultura recém-plantada, o efeito negativo desta competição só será evidenciado futuramente. Há que se considerar também que o cafeeiro poderá ser beneficiado futuramente por esta adubação, com o crescimento do sistema radicular, sobretudo quando utilizaram-se de seis linhas de plantio de feijão.

## **5.2 Características do cafeeiro**

A análise de variância dos dados relativos à emissão de pares de folhas, ao incremento na altura de plantas e no diâmetro do caule, além do índice de mortalidade, está resumida na Tabela 4. A julgar pelos valores do coeficiente de variação (CV%), foi boa a precisão experimental. Verifica-se, ainda, que a emissão de pares de folhas e o aumento na altura de plantas não foram influenciados pelo número de linhas e pelas doses de adubação do feijoeiro.

O incremento do diâmetro do caule do cafeeiro foi afetado significativamente pelo número de linhas intercalares de feijoeiro. A interação número de linhas x adubação apresentou significância somente em relação à mortalidade de plantas do cafeeiro. O contraste monocultivo do cafeeiro x consórcio não foi significativo em relação a nenhuma das variáveis estudadas, indicando que o comportamento do cafeeiro em monocultivo não diferiu da média do cafeeiro consorciado com o feijoeiro (Tabela 4). Esta comparação, entretanto, tem caráter superficial e pode representar erro de interpretação, já que no fatorial, para todas as características avaliadas, as médias correspondem

aos valores médios obtidos por todos os números de linhas e doses de adubação estudados.

**TABELA 4.** Análise de variância dos dados relativos à emissão de pares de folhas (PF), ao incremento na altura de plantas (AP) e no diâmetro do caule (DC) e à mortalidade do cafeeiro recém-plantado consorciado com feijoeiro na safra da seca de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		P F	A P	D C	Mort. <sup>1</sup>
Bloco	2	1,02ns	4,10ns	0,04**	0,10ns
Tratamento	16	0,24ns	2,56ns	0,01 ns	0,15*
Nº linhas (NL)	3	0,09ns	4,19ns	0,03**	0,13ns
Adubação (A)	3	0,16ns	2,21 ns	0,01 ns	0,15ns
NL x A	9	0,26ns	2,25ns	0,00ns	0,17*
Fat x Adicional	1	0,74ns	1,45ns	0,01 ns	0,03ns
Resíduo	32	0,39	3,60	0,01	0,07
CV (%)		14,64	15,69	24,44	21,81

<sup>1</sup> Dados transformados:  $Y = \sqrt{(x+1)}$

\*\*,\* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. Os valores médios das características avaliadas no cafeeiro são apresentados na Tabela 5, em função do número de linhas e do nível de adubação do feijoeiro.

**TABELA 5.** Valores médios da emissão de pares de folhas, dos incrementos na altura (cm) e no diâmetro do caule (cm) e da mortalidade (plantas mortas por parcela) do cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado em função do número de linhas e níveis de adubação do feijoeiro cv. Talismã intercalar. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fatores	Incrementos			
	Pares folhas	Altura planta	Diâmetro caule	Mortalidade <sup>1</sup>
<b>Nº de linhas</b>				
<b>1 linha</b>	4,3	12,04	0,33	1,10
<b>3 linhas</b>	4,2	12,60	0,33	1,35
<b>4 linhas</b>	4,2	12,56	0,30	1,24
<b>6 linhas</b>	4,2	11,33	0,22	1,28
<b>Dose adubação</b>				
<b>0,0</b>	4,2	12,67	0,33	1,37
<b>0,5</b>	4,2	11,96	0,27	1,09
<b>1,0</b>	4,1	12,25	0,30	1,26
<b>1,5</b>	4,4	11,66	0,28	1,25
<b>Consórcio</b>	4,2	12,13	0,29	1,24
<b>Monocultivo</b>	4,7	11,42	0,29	1,14
<b>Média geral</b>	4,3	12,09	0,29	1,24

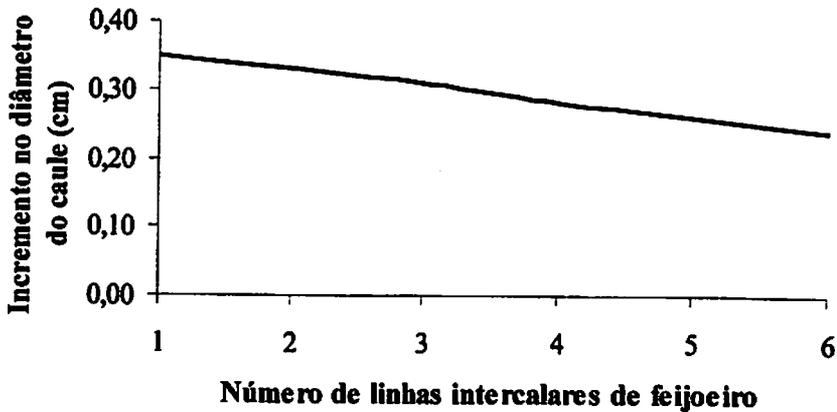
<sup>1</sup> Dados originais.

O aumento do número de linhas intercalares de feijoeiro provocou, no período analisado, menor incremento no diâmetro do caule do cafeeiro (Figura 6), indicando que o uso de maior população do feijoeiro promoveu menor desenvolvimento em diâmetro do cafeeiro. Este resultado pode ser atribuído à maior competição estabelecida pelo aumento da população da leguminosa.

Trabalhos realizados em outras épocas (Chaves, 1978 e 1977 a), estudando o efeito de culturas intercalares em cafezais com espaçamento tradicional (4 m entre linhas), não detectaram prejuízos ao incremento do diâmetro do caule do cafeeiro no primeiro ano de formação, quando o feijoeiro foi semeado a 1,0 m da linha de cafeeiro.

DC

$$\hat{Y} = 0,37 - 0,02x$$

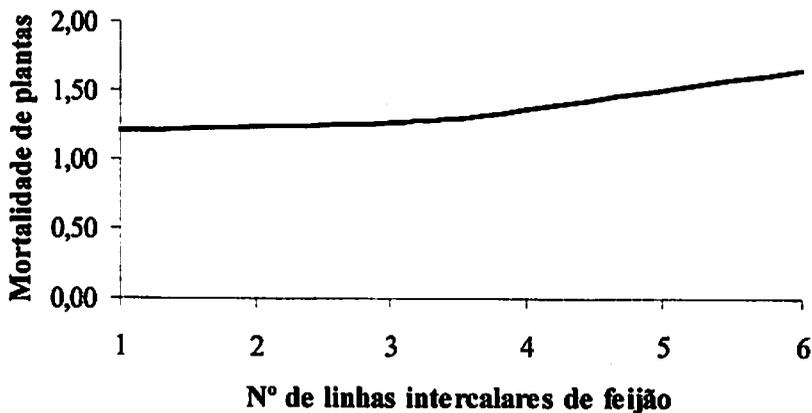
 $(R^2 = 78,24\%)^{**}$ 


**FIGURA 6.** Incremento no diâmetro do caule do cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado em função do número de linhas intercalares do feijoeiro cv. Talismã. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Há, inclusive, resultados mais otimistas na literatura. Melles et al. (1978), trabalhando com as culturas de arroz, milho, soja, feijão e feijão-deporco, nos dois primeiros anos de formação da lavoura cafeeira, observaram que a produção de café na primeira colheita foi maior em alguns tratamentos consorciados que no monocultivo do cafeeiro, talvez pela proteção contra ventos e pelo sombreamento promovidos pela presença das culturas intercalares. Melles et al. (1979), trabalhando com as mesmas culturas intercaladas ao cafezal em espaçamento tradicional, concluíram que a utilização de até cinco linhas de feijoeiro nos dois primeiros anos de formação do cafeeiro proporcionou ganho em produtividade de café em relação ao seu monocultivo.

O estudo do efeito da interação NL x A sobre a mortalidade (Tabela 4) foi feito a partir de dois tipos de desdobramento. No primeiro, verificou-se o efeito do número de linhas em cada nível de adubação e constatou-se efeito significativo na dose de adubação 0 (Figura 7).

NL d/ adubação 0 —————  $\hat{Y} = 1,24 - 0,04x + 0,02x^2$  ( $R^2 = 29,61\%$ )\*\*



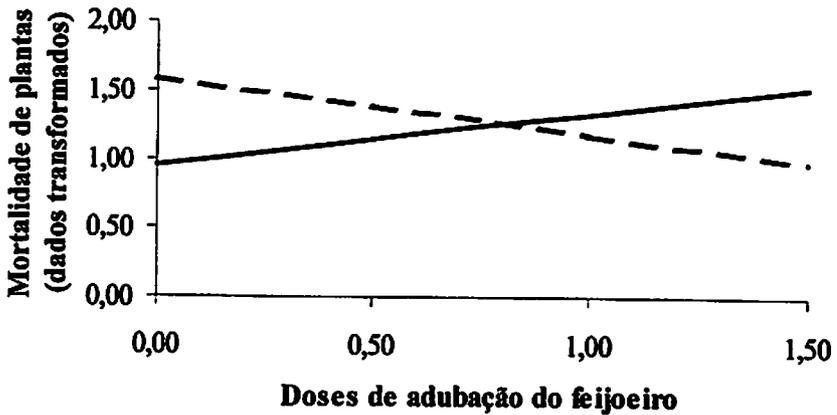
**FIGURA 7.** Índice de mortalidade do cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado em função do número de linhas intercalares e na ausência de adubação do feijoeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Este resultado, apesar do baixo valor do R2 da equação apresentada (Figura 7), mostra que a competição do feijoeiro pode ser exercida com maior intensidade quando os fatores de crescimento, como a disponibilidade de nutrientes e água, são mais limitados. Este efeito também foi verificado por Chebabi (1984), num ensaio em casa de vegetação em que as culturas anuais de feijão, arroz, milho e soja, plantadas em alta densidade populacional em recipientes juntamente com mudas de cafeeiro, concorreram com a rubiácea, prejudicando o seu desenvolvimento em todas as características avaliadas. Santinato et al. (1976), por sua vez, observaram que o feijoeiro plantado a 0,50 m da linha do cafeeiro e adubado adequadamente, não concorreu com o cafeeiro por N, P, Ca e Mg.

No segundo desdobramento (adubação dentro de cada número de linhas), apurou-se efeito significativo nos casos de quatro e seis linhas intercalares (Figura 8). As diferenças verificadas, entretanto, apesar de

significativas, foram de pequena magnitude e incoerentes, ora aumentando, ora reduzindo a mortalidade. Além disso, os valores do R2 foram relativamente baixos, indicando pequeno ajuste dos dados ao modelo matemático selecionado (Figura 8). A observação prática que pode ser inferida é a de que se deve adubar o feijoeiro quando intercalado ao cafeeiro. Apesar desta prática não elevar a produtividade do feijoeiro, diminui a mortalidade do cafeeiro, sobretudo quando se eleva o número de linhas intercalares.

Adubação dentro de 4 linhas ———  $\hat{Y} = 0,95 + 0,04x$  ( $R^2 = 78,57\%$ ) \*\*  
 Adubação dentro de 6 linhas - - -  $\hat{Y} = 1,58 - 0,04x$  ( $R^2 = 69,98\%$ ) \*\*



**FIGURA 8.** Índice de mortalidade do cafeeiro cv Catucaí, em função das doses de adubação do feijoeiro cv Talismã, nos tratamentos com quatro e seis linhas intercalares. UFLA, Lavras, MG, 2004.

## 6 CONCLUSÕES

O aumento do número de linhas de feijoeiro cultivadas nas entrelinhas do cafezal recém-plantado eleva o rendimento de grãos da leguminosa, mas reduz o incremento do diâmetro do caule do cafeeiro. A partir de quatro linhas intercalares de feijoeiro, em cafeeiro com espaçamento de 3m entre linhas, há tendência de aumento da mortalidade de plantas de café, principalmente na ausência de adubação da leguminosa.

A adubação equivalente a até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa intercalada ao cafezal, mas contribui para diminuir a mortalidade do cafeeiro recém-plantado.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; MARTINS, L. A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 105-112, jan. 1994.

ALVAREZ V.,V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. L. Interpretação dos resultados das análises de solos. 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: CFSEMG, 1999. p. 25-32.

ALVAREZ V.,V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. 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: CFSEMG, 1999. p 43-60.

ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. A. P. Cultura do feijoeiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Curso de atualização técnica dos engenheiros agrônomos do Banco de Brasil, módulo sudeste*. Sete Lagoas, 1995. 97 p.

ARAÚJO, G. A. de A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G. V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 14, n. 236, p. 442450, jul./ago. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Normais climatológicos (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro)*. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BEGAZO, J. C. E. O. Considerações sobre o feijão como cultura consorciada do cafezal e mandiocal. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 50-51, out. 1984.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. de; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Feijão. 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, 1999. p. 306-307.

CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados e em formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1978. p. 125-127.

CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares na formação de lavouras cafeeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapará. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977a. p. 55-57.

CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapará. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977b. p. 62-64.

CHEBABI, M. A. A. **Influência da competição nutricional de culturas anuais (arroz, milho, feijão e soja), no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica*L.).** 1984. 72 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

CULTIVAR de feijão Talismã. Sete Lagoas: UFLA/UFV/Embrapa/Epamig, 2002. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, 1999. 412 p.

FERNANDES, M. I. P. S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro.** 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0.** In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. Programa e Resumo... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2000. 467 p.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V. , 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.; OLIVEIRA, J. A. de. **Cafeeiro.** 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, 1999. p 289-302.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Culturas intercalares. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. *Cafeicultura*. Lavras: Indi Gráfica Editora, 2002. 247-257 p.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de Indústria, Comércio, Serviços e Tecnologia. *Conheça Lavras*. Lavras, 1993. 97 p.

LOPES, N. F. Adaptabilidade fisiológica ao consórcio. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p 375-395.

MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; NACIF, A. P.; SILVA, C. M. da; CARVALHO, M. M. de; ANDRADE, M. A. de. Efeito de culturas intercalares na formação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1978. p. 225-226.

MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; NACIF, A. P.; SILVA, C. M. da; CARVALHO, M. M. de; ANDRADE, M. A. de. Efeito de culturas intercalares na formação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7., 1979, Araxá. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1979. p. 174-175.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica do cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. *Cafeicultura*. Lavras: Indi Gráfica Editora, 2002. p. 39-99.

RODRIGUES, J. R. de M.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G. de; MORAIS, A. R. de; REZENDE, P. M. de. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1218-1227, nov./dez. 2002.

SANTINATO, R.; MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V. Feijão como cultura intercalar nos dois primeiros anos de formação de cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambú. *Resumos...* Rio de Janeiro IBC-GERCA, 1976. p. 243-245.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS. Sebrae – MG. Lavras: diagnóstico municipal. Belo Horizonte, 1998. 179 p.

SILVEIRA, P. M. da; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, nov. 1993.

TEIXEIRA, I. R.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; CORRÊA, J. B. D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, abr./jun. 2000.

VIEIRA, C. *O feijão em cultivos consorciados*. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1985. 134 p.

VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designa-las. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 42, n. 244, p. 685-688, nov./dez. 1995.

## CAPÍTULO 3

### **SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) INTERCALADO COM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) ADENSADO EM FORMAÇÃO OU APÓS RECEPA.**

#### **1 RESUMO**

CARVALHO, Abner José de. Sistemas de produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalado com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) adensado em formação ou após recepa. In: \_\_\_\_ **Desempenho técnico-econômico de sistemas intercalares do feijoeiro-comum em lavouras de café (*Coffea arabica* L.) adensado.** 2005. p. 60-113. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>1</sup>.

Visando estudar o efeito do número de linhas e da dose de adubação do feijoeiro no desempenho agrônômico do seu cultivo intercalar com o cafeeiro, foram conduzidos dois experimentos de campo na Universidade Federal de Lavras, em um Latossolo Vermelho distroférico típico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições e esquema fatorial 4 x 4 + 1, envolvendo quatro números de linhas intercalares de feijoeiro (uma, duas, três e quatro linhas) e quatro doses de adubação da leguminosa (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada para o monocultivo), mais um tratamento adicional (o monocultivo do cafeeiro ou do feijoeiro). Os experimentos foram conduzidos em duas lavouras comerciais de café: cv. Topázio em formação e cv. Acaiaí, recepado a 40 cm do solo. A cultivar de feijoeiro foi a 'BRS-MG-Talismã'. No feijoeiro, foram avaliados os estandes inicial e final, a altura de plantas e o rendimento de grãos com seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de cem grãos). No cafeeiro, as características avaliadas foram as emissões de nós dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos e os incrementos na altura de plantas, no comprimento do ramo plagiotrópico e no diâmetro do caule ou do broto, verificados entre a semeadura e a colheita do feijoeiro. Os resultados permitiram

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

concluir que o aumento do número de linhas de feijoeiro eleva o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar ao cafeeiro, independentemente da dose de adubação, do tipo de lavoura e da safra cultivada, mas reduz o incremento no diâmetro do caule do cafeeiro em formação e a emissão de nós e o aumento no comprimento dos ramos plagiotrópicos, tanto no cafeeiro em formação quanto no recepado. A partir de três linhas da leguminosa há diminuição na emissão de nós nos ramos plagiotrópicos, o que é um forte indício de prejuízo às primeiras produções de café, visto ser nesses nós que as gemas reprodutivas do cafeeiro se desenvolvem. O emprego de adubação equivalente a até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar ao cafeeiro em formação ou renovação, bem como a quase totalidade das características avaliadas no cafeeiro.

## CHAPTER 3

### SYSTEMS OF PRODUCTION OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) INTERCALATED WITH ESTABLISHING THICKENED COFFEE TREE (*Coffea arabica* L.) OR AFTER LOPPING

#### 2 ABSTRACT

CARVALHO, Abner José de. Systems of production of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalated with establishing thickened coffee tree (*Coffea arabica* L.) or after lopping In: \_\_\_\_\_ **Technical-economic performance of intercalary systems of the common bean plant in thickened coffee crops (*Coffea arabica* L.)** . 2005. p. 60-113. Dissertation (master in crop science) – Federal University of Lavras, Lavras –MG<sup>1</sup>.

Aiming to study the effect of the number of rows and dose of fertilization of the bean plant on the agronomic performance of its intercalary cultivation with the coffee tree, two field experiments were conducted in the federal university of Lavras on a typical dystroferic red latosol. The experimental design was in randomized blocks with three replicates and 4 x 4 + 1 factorial scheme, involving four number of intercalary rows of bean plant (one, two, three and four rows) and four doses of fertilization of the legume (0, 50, 100 and 150% of the fertilization recommended for the monocultivation), plus an additional treatment ( the monocultivation either of the coffee tree or bean plant). The experiments were conducted in two commercial coffee crops: establishing cultivar topázio and cultivar acaia lopped at 40 cm from soil. The bean cultivar was brs-mg-talismã. On the bean plant, the initial and final stands, plant height and grain yield with its primary components (number of pods per plant, number of grain per pod and average medium of one hundred grains). On the coffee tree, the evaluated characteristics were emission of nodes of the orthotropic and plagiotropic branches and increments in plant height, in plagiotropic branch length and in stem and shoot diameter, verified between sowing and harvest of

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

the bean plant. The results allowed to conclude that increase of the number of rows of bean plant raises the legume grain yield in intercalary cultivation with the coffee tree, regardless of the dose of fertilization, of the sort of plant and cultivated crop but reduces the increment in the stem diameter of the establishment coffee tree and the node emission and increase in the length of the plagiotropic nodes both on the establishing and lopped coffee tree. From three rows of the legume, there is a decrease in the node emission on the plagiotropic branches, which is a strong clue of loss at the first coffee yields, since it is on these nodes that the reproductive buds of the coffee tree develop. The use of fertilization equivalent to up to 150% of the dose recommended for bean monocultivation does not influence the grain yield of the legume in intercalary cultivation with the establishing or renovating coffee tree as well as the almost totality of the characteristics evaluated on the coffee tree.

### 3 INTRODUÇÃO

O uso de culturas intercaladas ao cafezal, principalmente nas fases de formação ou renovação da lavoura cafeeira, é bastante antigo e difundido nas principais regiões produtoras do país. Vários estudos já foram realizados sobre o assunto e a maioria dos autores (Begazo,1984; Chaves, 1978; Fernandes, 1986; Melles et al., 1979; Melles et al., 1985) destaca o feijão como uma das melhores culturas para o cultivo intercalar com o cafeeiro.

A maior parte dos estudos a respeito do uso do feijão como cultura intercalar do cafeeiro foi conduzida utilizando-se cultivares antigas e espaçamentos tradicionais que já não são muito usados. Atualmente, as lavouras cafeeiras são implantadas, preferencialmente, em espaçamentos mais adensados, a fim de se obter um maior rendimento nos primeiros anos de condução da lavoura. A utilização do cafeeiro em espaçamentos adensados tem obrigado os cafeicultores a fazerem podas periódicas na lavoura, interrompendo a produção de café por um período de até dois anos. As culturas intercalares passam a contribuir, então, como fonte de renda ao cafeicultor e melhor utilização da área, principalmente em pequenas propriedades, também por ocasião da recepa da lavoura.

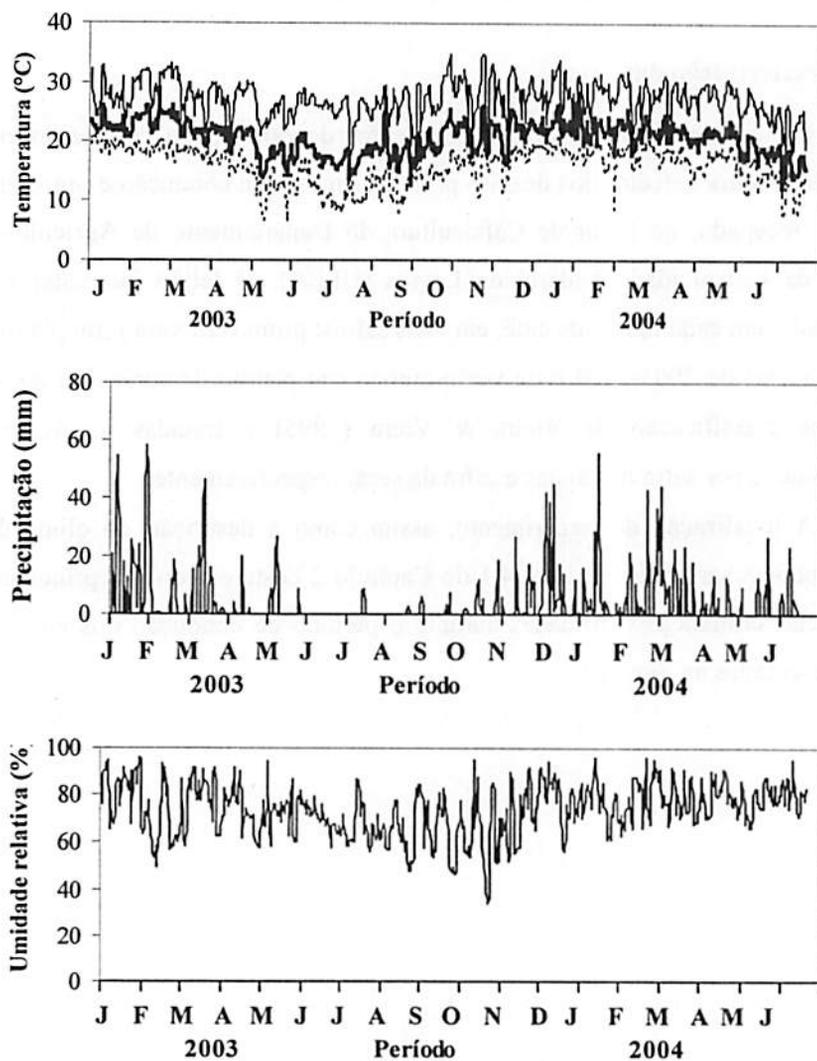
O objetivo do presente estudo foi determinar o número de linhas e a dose de adubação do feijoeiro que apresentam maior produção, sem comprometer o desenvolvimento do cafeeiro em formação ou recepado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização das áreas

O estudo constou de dois experimentos de campo, um conduzido em talhão de lavoura cafeeira nos dezoito primeiros meses de condução e outro em cafeeiro recepado, no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O feijão intercalar foi implantado, em cada talhão de café, em duas safras: primavera-verão (ou plantio de primavera) de 2003-2004 e de verão-outono (ou plantio de verão) de 2004, conforme classificação de Vieira & Viera (1995) e tratadas, doravante, simplesmente por safra das águas e safra da seca, respectivamente.

A localização do experimento, assim como a descrição do clima da região, podem ser vistos no item 4.1 do Capítulo 2 deste estudo. As principais ocorrências climáticas verificadas durante o período de condução dos ensaios são apresentadas na Figura 1.



**FIGURA 1.** Variação diária das médias de temperatura (máxima, média e mínima), precipitação pluvial e umidade relativa do ar no período de janeiro de 2003 a junho de 2004 (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, situada no “campus” da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).

O solo das áreas experimentais foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 1999), originalmente sob vegetação de cerrado. Resultados das análises químicas de amostras de material de solo são apresentados na Tabela 1. As amostras foram retiradas a 0-20 cm de profundidade, por ocasião do preparo do solo, para o plantio do feijão da safra das águas, em todas as áreas utilizadas. No caso dos talhões consorciados, as amostras foram retiradas nas linhas e nas entrelinhas do cafezal.

**TABELA 1.** Resultados de análises de amostras (0–20 cm de profundidade) de material do solo das áreas experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2004 <sup>(1)</sup>.

<b>Características</b>	<b>Cafeeiro em formação</b>	<b>Cafeeiro recepado</b>	<b>Feijão em Monocultivo</b>
pH em água (1:2,5)	6,2 A	4,5 Ba	5,9 Bo
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	21,1 MBo	36,8 MBo	18,9 MBo
P-rem (mg.dm <sup>-3</sup> )	12,2	10,9	14,0
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	77 Bo	91 Bo	130 Mbo
Ca trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,4 MBo	1,7 M	3,4 Bo
Mg trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,0 MBo	1,3 Bo	1,6 MBo
Al trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0 MBa	0,6 M	0,0 MBa
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,1 Ba	7,9 A	2,9 M
S.B. (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,6 MBo	3,2 M	5,3 Bo
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,6 Bo	3,8 M	5,3 Bo
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,7 Bo	11,1 Bo	8,2 M
m (%)	0,0 MBa	1,6 MBa	0,0 MBa
V (%)	75,9 Bo	29,0 Ba	64,8 Bo
Matéria orgânica (dag.kg <sup>-1</sup> )	2,0 M	2,4 M	2,1 M

<sup>(1)</sup> Análises realizadas pelo laboratório do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). A = teor alto, MBo = teor muito bom, Bo = teor bom, M = teor médio, MBa = teor muito baixo.

## **4.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas**

O delineamento experimental empregado para cada espécie foi o de blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial  $4 \times 4 + 1$ , envolvendo quatro números de linhas intercalares de feijoeiro (uma, duas, três e quatro linhas por espaço entre linhas de café) e quatro doses de adubação do feijoeiro (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada para o monocultivo do feijão), mais um tratamento adicional (o respectivo monocultivo).

As parcelas do café em monocultivo foram demarcadas no mesmo talhão empregado para o cultivo intercalar e as do feijão em monocultivo foram instaladas em área contígua ao cafezal. Para o plantio do feijão na seca, foi mantida a mesma disposição utilizada pelas parcelas na safra das águas. Nos sistemas consorciados, independentemente do número de linhas de feijão, cada parcela teve 24 m<sup>2</sup> de área total (6m de comprimento e 4m de largura, correspondentes a duas ruas de café) e 12 m<sup>2</sup> de área útil. No feijão solteiro, as áreas total e útil das parcelas foram as mesmas, sendo esta última correspondente a quatro linhas de feijoeiro de 6m de comprimento.

No feijoeiro intercalado, as avaliações foram realizadas utilizando plantas das duas ruas pertencentes a cada parcela, de maneira a manter sempre a proporcionalidade entre o número de linhas de ambas as espécies, característica do tratamento. Para as avaliações do estande e do rendimento de grãos, nas parcelas com uma fileira de feijoeiro por rua, foi tomada ao acaso a fileira de uma das ruas. Nos tratamentos com duas fileiras de feijoeiro por rua, foi escolhida uma fileira de cada rua (a mais próxima do café). Nos tratamentos com três fileiras de feijoeiro por rua foram escolhidas, de modo alternado, duas fileiras de uma rua e uma fileira da outra rua da parcela. Finalmente, nos tratamentos com quatro fileiras de feijoeiro por rua de cafeeiro, foram tomadas as duas fileiras de feijoeiro mais próximas à linha central de cafeeiro. Os

componentes primários do rendimento de grãos do feijoeiro (número de grãos por vagem, número de vagens por planta e peso médio de cem grãos) foram estimados por meio da avaliação dessas características em uma amostra de 10 plantas tomadas ao acaso nas mesmas linhas utilizadas para as avaliações de estande e rendimento.

As avaliações do cafeeiro, tanto no consórcio quanto no monocultivo, ocorreram em quatro plantas, em ramos previamente marcados na linha central de cafeeiros.

### **4.3 Instalação e condução dos experimentos**

As parcelas do cultivo intercalar e do monocultivo do café foram demarcadas em dois talhões de lavoura comercial de café. No talhão 1, o cafeeiro foi implantado em fevereiro de 2003, no espaçamento adensado de 2,0 m entre linhas e 0,60 m entre plantas. A cultivar de cafeeiro utilizada foi a Topázio, que apresenta porte baixo, alto potencial produtivo e excelente vigor vegetativo (Mendes et al., 2002). As mudas foram formadas no viveiro do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se tubetes de polietileno rígido como recipiente. O transplântio das mudas ocorreu quando estas estavam com 3 a 4 pares de folhas.

No talhão 2, o cafeeiro foi implantado no mesmo espaçamento adensado, já estava em idade adulta e foi recepado com utilização de máquina costal, a uma altura de aproximadamente 40 cm do solo, em agosto de 2003. A cultivar de cafeeiro utilizada nesse talhão foi a 'Acaiá Cerrado', que apresenta porte alto, sementes grandes, elevada produtividade, excelente desenvolvimento vegetativo e boa rusticidade (Mendes et al., 2002). Após a recepa e a retirada dos troncos recepados, foram coletadas, ao acaso, quatro amostras do material remanescente sobre o solo (ramos secundários e folhas). O material foi colocado em sacos plásticos e seco até peso constante. A média obtida pelas amostras foi

de 1.835 g de matéria seca m<sup>2</sup>, o que pode ter contribuído para o aumento do teor de matéria orgânica do solo naquele talhão.

A cultivar de feijoeiro empregada foi a 'BRS-MG-Talismã', que apresenta grãos tipo carioca, crescimento indeterminado com guias longas (tipo III), porte prostrado, ciclo médio de 85 dias, resistência à raça alfa Brasil (patótipo 89) de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e ao mosaico comum (VMCF) e resistência intermediária à mancha angular causada por *Phaeoisariopsis griseola* (Cultivar, 2002).

O cálculo da necessidade de calagem, realizado de acordo com o método de saturação por bases (Alvarez V. & Ribeiro, 1999), indicou que não seria necessária a correção da acidez do solo no talhão 1 e na área com feijoeiro em monocultivo. No talhão 2, com cafeeiro recepado, o cálculo mostrou a necessidade de aplicação de 2,2 toneladas de calcário por hectare. O calcário utilizado foi o calcítico, já que a relação Ca:Mg se encontrava desequilibrada. O calcário foi distribuído em área total e incorporado com gradagem leve nas entrelinhas do cafeeiro.

Em ambos os talhões, o cafeeiro foi adubado conforme recomendação oficial para o estado de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999). No talhão 1, a adubação de plantio constou de 100 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por metro, fonte superfosfato simples. Do plantio do cafeeiro até o final do período chuvoso de 2003-2004, foram realizadas três adubações de pós-plantio em cobertura, na dose de 5 g de N e 5 g de K<sub>2</sub>O por cova por aplicação, empregando-se a formulação NPK 20-00-20. Durante a estação chuvosa de 2003-2004, entre os meses de dezembro de 2003 e março de 2004, foram realizadas mais três adubações no cafeeiro, tendo as duas primeiras constado de 20 g de N e 20 g de K<sub>2</sub>O por cova em cada aplicação, fonte formulação NPK 20-00-20 e, a terceira, de 20 g de N por cova, fonte uréia. As adubações químicas ocorreram em intervalos de aproximadamente 30 dias. Os adubos foram distribuídos em forma de círculo

(ou coroa) ao redor das covas de cafeeiro. Além das adubações químicas, foi realizada, no mês de outubro de 2003, uma distribuição de palha de café na dose de 200 g por cova, distribuídas lateralmente às plantas de cafeeiro.

No talhão 2, após a recepa do cafeeiro (agosto 2003), foram realizadas três adubações durante a estação chuvosa, do mesmo modo que ocorreu no primeiro talhão. Foi realizada, ainda, no talhão 2, uma aplicação adicional de zinco via solo, na dose de 4,5 g de sulfato de zinco por cova (novembro de 2003), devido à alta demanda desse micronutriente pelas plantas com brotações novas.

Com a utilização de pulverizador costal manual, foram realizadas também adubações foliares contendo os micronutrientes zinco e boro e fungicida cúprico. No talhão 1 foram feitas cinco aplicações, enquanto no talhão 2 foram realizadas três pulverizações.

A adubação de referência (100%) do feijoeiro foi a recomendada oficialmente em Minas Gerais para o nível 2 de tecnologia (Chagas et al., 1999), tanto para a safra das águas quanto para a safra da seca e constou de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no plantio (no sulco de plantio) mais 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, distribuídos manualmente em forma de filete contínuo.

O preparo do solo das glebas utilizadas foi convencional. Na gleba destinada ao monocultivo do feijoeiro foram realizadas uma aração e uma gradagem antes de cada plantio (água e seca) de feijão. Já nos talhões consorciados, foi realizada uma gradagem leve nas entrelinhas do cafeeiro antes do plantio da primeira safra (águas) e uma capina manual antes do plantio da segunda safra de feijão (seca). Em todos os casos, o plantio do feijoeiro foi realizado manualmente, com a utilização de enxadas para o sulcamento e distribuição manual das sementes.

No caso dos sistemas consorciados foram semeadas 15 sementes por metro de sulco, correspondentes ao mesmo número utilizado no monocultivo. Tanto no monocultivo quanto no cultivo intercalado, o feijoeiro foi semeado em novembro de 2003 e em março de 2004, no espaçamento de 0,50 metro entre linhas a uma profundidade de semeadura de 3 a 4 cm.

Os cultivos foram permanentemente monitorados e não foram necessárias quaisquer medidas de controle fitossanitário, com exceção da aplicação de fungicida cúprico no cafeeiro, que teve também caráter nutricional.

No talhão 1, cerca de 45 dias após o plantio das mudas de café e após a primeira capina manual, foi realizada uma aplicação do herbicida pré-emergente oxyfluorfen nas linhas de cafeeiro, na dose de 6 litros do produto comercial Goal por hectare. Já no talhão 2, antes da recepa do cafeeiro, não houve necessidade de capinas, devido ao “fechamento” da lavoura.

O manejo das plantas daninhas no feijão intercalado na safra das águas, nos dois talhões, foi realizado por meio de sete capinas manuais nas parcelas dos tratamentos com uma ou duas linhas de feijoeiro e no cafeeiro em monocultivo, seis capinas nas parcelas com três linhas intercalares e quatro capinas nas parcelas com quatro linhas de feijoeiro.

O feijão intercalado na safra das águas, em ambos os talhões, foi capinado manualmente por duas vezes nas parcelas com três ou quatro linhas intercalares e por três vezes nas parcelas com uma ou duas linhas de feijoeiro. Já na safra da seca, o controle das plantas daninhas entre as linhas intercalares de feijoeiro foi realizado com a aplicação direcionada dos herbicidas fomesafen + fluazifop-butil, de ação em pós-emergência, na dosagem de 1,0 litro do produto comercial Robust por hectare.

As plantas de cafeeiro do talhão 2, tanto no consórcio quanto no monocultivo do café, passaram por duas operações de desbrota, a primeira a aproximadamente, 90 dias após a recepa e a segunda, cerca de 60 dias mais

tarde. As desbrotas foram realizadas retirando-se os brotos mais fracos e mal localizados no tronco e deixando-se, preferencialmente, os brotos vigorosos localizados no sentido da linha do cafeeiro e não muito próximos da extremidade dos troncos. Na primeira desbrota foram deixados dois brotos por planta, enquanto na segunda operação, apenas um broto por planta foi conduzido.

A colheita do feijão foi realizada manualmente, de maneira que o material colhido foi transportado até local apropriado à secagem e trilha.

#### **4.4 Características avaliadas**

##### **4.4.1 Feijoeiro**

No feijoeiro foram avaliados os estandes inicial e final, a altura média de plantas e o rendimento de grãos com seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de 100 grãos).

Os estandes inicial e final foram estimados a partir da contagem do número de plantas de feijão existente nas fileiras úteis de cada parcela. A contagem do estande inicial ocorreu aos 15 dias após a semeadura, enquanto que o estande final foi contado por ocasião da colheita.

A altura média das plantas foi estimada pela medição do comprimento da haste principal (do colo até a inserção da última folha) em amostra de dez plantas de feijão tomadas ao acaso nas linhas úteis de cada parcela. O número de vagens por planta foi estimado a partir da contagem do número total de vagens da amostra de dez plantas. Para a estimativa do número médio de grãos por vagem, foi contado o número total de grãos de 20 vagens tomadas ao acaso da amostra de dez plantas.

O peso médio de 100 grãos foi determinado a partir da pesagem de 3 amostras de 100 grãos retiradas do total de grãos de feijão produzido na parcela útil. O rendimento de grãos de feijão foi apurado pela pesagem da produção total da área útil da parcela, incluindo a produção da citada amostra de dez plantas.

Tanto o peso médio de 100 grãos, expresso em gramas, quanto o rendimento de grãos, expresso em  $\text{kg.ha}^{-1}$ , foram corrigidos para 13 % de umidade, por meio da expressão já apresentada no Capítulo 2 deste estudo.

#### **4.4.2 Cafeeiro**

Tanto no cafeeiro em formação quanto no recepado, em monocultivo ou consórcio, as contagens do número de nós e a medição do comprimento do ramo plagiotrópico ocorreram em ramos previamente marcados. O número de nós e o comprimento do ramo ortotrópico (altura de planta) foram apurados diretamente neste ramo no caso do cafeeiro em formação e no broto remanescente, no caso cafeeiro recepado. O diâmetro do ramo ortotrópico foi medido na altura do colo, no cafeeiro em formação e a 5 cm acima da inserção do broto com o tronco, no cafeeiro recepado.

Foram realizadas três avaliações no cafeeiro: a primeira antes da semeadura do feijão das águas, a segunda após a primeira colheita e antes do plantio da seca e, a terceira, após a segunda colheita da leguminosa. Foram considerados para análise os dados referentes aos incrementos verificados, para cada característica, entre a primeira e a terceira avaliação.

#### **4.5 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta (Gomes, 2000), envolvendo os dois tipos de lavoura cafeeira e as safras das águas e da seca, utilizando-se, para os cálculos, o pacote computacional Sisvar (Ferreira, 2000). As médias do tratamento adicional e do fatorial, assim como as dos tipos de lavoura e das safras, foram comparadas pelo teste F. No caso de significância das fontes de variação número de linhas ou adubação, os efeitos foram estudados por meio de regressão, selecionando-se o modelo adequado para expressá-los por meio da significância do modelo e do valor do  $R^2$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características do feijoeiro

Na análise de variância conjunta (Tabela 2) dos dados do feijoeiro em consórcio com cafeeiro em formação ou recepado, nas duas safras avaliadas observa-se, inicialmente, que os valores do coeficiente de variação (CV%) indicaram precisão experimental adequada, coerente com a obtida com a cultura do feijoeiro na região (Abreu et al., 1994).

A fonte de variação Safra (S) foi significativa para todas as características, exceto para estande final (não calculada) e número médio de grãos por vagem. Com exceção do estande final e do rendimento de grãos, todas as outras variáveis se mostraram significativamente influenciadas pelo tipo de lavoura (La). O número de linhas intercalares (NL) foi significativo para os estandes inicial e final, número médio de grãos por vagem e rendimento de grãos, enquanto a adubação do feijoeiro (A) apresentou significância para os estandes inicial e final, altura de plantas e número médio de vagens por planta. A interação quádrupla S x La x NL x A mostrou-se significativa apenas para o peso médio de cem grãos. A interação tripla S x La x NL apresentou significância apenas para o rendimento de grãos, enquanto a interação S x La x A foi significativa apenas para o peso médio de cem grãos. Entre as interações duplas, a interação S x La foi significativa para o número médio de vagens por planta, peso médio de cem grãos e rendimento de grãos. A interação NL x A mostrou-se significativa para os estandes inicial e final, S x NL para o estande inicial e rendimento de grãos, enquanto S x A foi significativa para estande inicial e peso médio de cem grãos. A interação La x NL foi significativa apenas para o estande final, ao passo que La x A não foi significativa para nenhuma das características estudadas (Tabela 2).

**TABELA 2.** Análise de variância conjunta dos dados relativos ao feijoeiro nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de Variação	GL	Estande inicial	Estande final	Altura de plantas	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
Safra (S)	1	13278,39**	—	1138,65**	1759,95**	0,14ns	264,26**	43587513,72**
Lavoura (La)	1	259,89*	2656,30ns	931,08**	66,39*	3,77**	34,45**	93589,17ns
S x La	1	159,47ns	—	188,28ns	43,99*	0,13ns	20,61**	1065516,88**
Fatorial x adicional S1	1	16124,88**	—	524,55*	33,79ns	0,33*	15,94**	6354420,05**
Fatorial x adicional S2	1	22972,08**	16928,61**	5,31ns	0,32ns	0,50*	0,28ns	1180779,52**
Bloco d (S x La)	8	47,59ns	171,24ns	46,83ns	7,29ns	0,05ns	1,03ns	18765,62ns
Tratamentos (Tr)	(15)							
Nº de linhas (NL)	3	303315,17**	108864,07**	39,44ns	10,75ns	1,00*	0,57ns	18976241,06**
Adubação (A)	3	1357,25**	1222,40**	507,43**	24,89*	0,29ns	0,15ns	90725,16ns
NL x A	9	284,34*	564,63*	199,19ns	10,31ns	0,26ns	0,32ns	83836,11ns
Trat x S	(15)							
S x NL	3	924,34**	—	193,41ns	0,99ns	0,03ns	0,51ns	2054573,87**
S x A	3	666,24**	—	83,56ns	0,63ns	0,29ns	3,15**	21430,56ns
S x NL x A	9	183,53ns	—	35,96ns	12,31ns	0,35ns	0,72ns	104948,37ns
Trat x La	(15)							
La x NL	3	207,23ns	915,92*	61,51ns	3,28ns	0,26ns	0,06ns	75802,57ns
La x A	3	83,84ns	506,62ns	77,04ns	2,95ns	0,31ns	0,62ns	41871,19ns
La x NL x A	9	146,45ns	289,02ns	149,39ns	5,84ns	0,16ns	0,50ns	84410,06ns
Trat x S x La	(15)							
S x La x NL	3	263,35ns	—	47,28ns	4,28ns	0,18ns	0,56ns	597850,08**
S x La x A	3	111,14ns	—	21,29ns	8,37ns	0,54ns	2,09*	82504,92ns
S x La x NL x A	9	202,80ns	—	147,11ns	7,91ns	0,11ns	2,33**	64811,47ns
Resíduo médio	124	131,81	228,44	119,79	7,80	0,27	0,69	95766,52
CV (%)		6,92	10,28	14,91	20,19	10,19	3,68	15,26

\*\* , \* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios das características do feijoeiro estudadas na análise conjunta são apresentados na Tabela 3, em função da safra, tipo de lavoura, número de linhas intercalares e adubação do feijoeiro.

Inicialmente, deve ser observado que o contraste fatorial vs adicional, ou seja, cultivo intercalar vs monocultivo, foi significativo na safra das águas em relação a todas as características, exceto estande final e número médio de vagens por planta, enquanto na safra da seca aquele contraste foi significativo para os estandes inicial e final, número médio de grãos por vagem e rendimento de grãos (Tabela 3).

#### **a) Estande inicial**

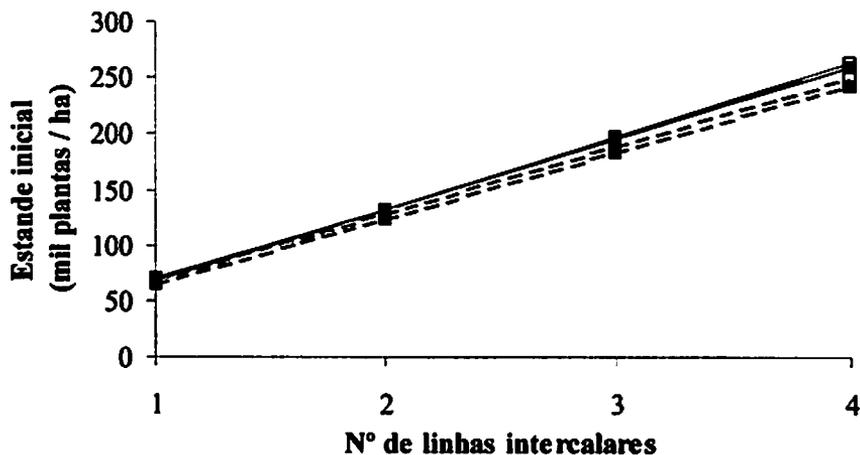
A interação NL x A significativa permite afirmar que os efeitos do número de linhas intercalares e da adubação foram interdependentes. Os efeitos dos números de linhas dentro de cada dose de adubação são apresentados na Figura 2, onde se observa que, como era esperado, o estande inicial de plantas aumentou de forma linear na medida em que o número de linhas intercalares foi aumentado, de maneira similar em todas as doses de adubação do feijoeiro, mas com pequenas diferenças no coeficiente angular das equações ajustadas.

**TABELA 3:** Valores médios dos estandes inicial (EI) e final (EF) (mil plantas ha<sup>-1</sup>), altura de plantas (AP) (cm), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), peso de 100 grãos (P100) (g) e rendimento de grãos (RG) (Kg ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã intercalado com o cafeeiro cv Topázio em formação e cv. Acaiá Cerrado após a recepa. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

Fatores	Níveis	EI	EF	AP	VP	GV	P100	RG
Safrá	Águas	169 a	–	69,5 b	15,7 a	4,9 a	24,59 a	2080a
	Seca	152 b	–	74,3 a	9,7 b	5,0 a	22,25 b	1127b
Lavoura	Formação	161 a	149 a	74,1 a	12,1 b	5,1 a	22,99 b	1581a
	Recepa	159 a	139 a	69,7 b	13,3 a	4,8 b	23,84 a	1626a
Nº linhas	1 linha	67	63	70,8	12,6	5,2	23,45	830
	2 linhas	129	120	73,0	13,4	4,9	23,30	1400
	3 linhas	195	174	72,1	12,6	4,9	23,56	1906
	4 linhas	250	219	71,8	12,2	4,9	23,38	2278
Adubação	0.0	165	152	67,1	11,7	5,0	23,48	1547
	0.5	164	147	73,1	12,8	4,9	23,42	1651
	1.0	158	141	74,4	13,4	4,9	23,43	1601
	1.5	154	136	73,0	12,9	5,1	23,34	1616
Intercalado águas		169 b	–	69,5 b	15,7 a	4,9 b	24,59 a	2080b
Monocultivo águas		243 a	–	82,9 a	19,1 a	5,3 a	22,25 b	3558a
Intercalado seca		152 b	144 b	74,3 a	9,7 a	5,0 a	22,25 a	1127b
Monocultivo seca		241 a	220 a	75,7 a	10,0 a	4,6 b	22,55 a	1764a
Média geral		163	146	72,1	12,8	5,0	23,39	1636

<sup>1</sup> Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

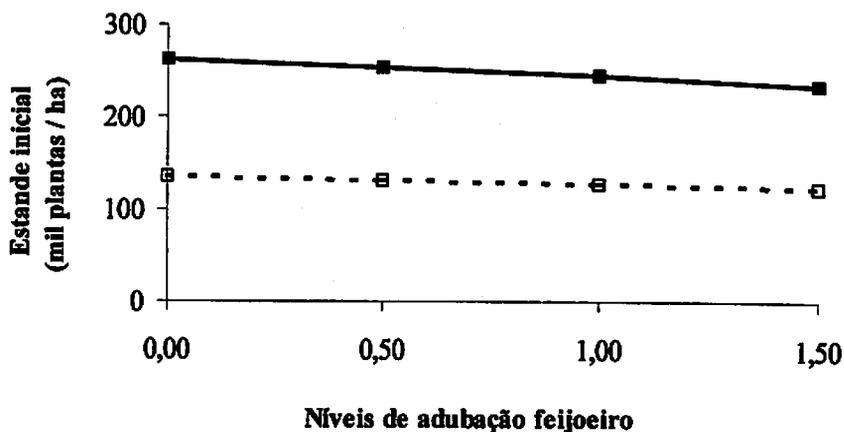
Nº linhas d adubação 0,0	—□—	$\hat{Y} = 2,98 + 64,79x$	$(R^2 = 99,95\%)^{**}$
Nº linhas d adubação 0,5	—■—	$\hat{Y} = 6,84 + 62,92x$	$(R^2 = 99,91\%)^{**}$
Nº linhas d adubação 1,0	---□---	$\hat{Y} = 9,23 + 59,69x$	$(R^2 = 99,82\%)^{**}$
Nº linhas d adubação 1,5	---■---	$\hat{Y} = 6,77 + 58,73x$	$(R^2 = 99,19\%)^{**}$



**FIGURA 2.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã, em função do número de linhas da leguminosa intercaladas com cafeeiro em formação ou recepado, dentro de cada dose de adubação do feijoeiro (médias de duas safras). UFLA, Lavras, MG, 2004.

O desdobramento da interação NL x A no outro sentido, isto é, estudando os efeitos das doses de adubação dentro de número de linhas, também revelou significância para duas e quatro linhas intercalares (Figura 3). Este resultado sugere que o incremento da adubação reduz a população de plantas nestes dois números de linhas. Este efeito pode ser observado ainda como tendência geral quando se comparam as médias do estande inicial na Tabela 3 em relação aos números de linhas utilizados no estudo. No Capítulo 2 deste mesmo estudo, consorciando a cv. Talismã de feijoeiro com o cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado, observou-se o mesmo efeito.

Adubação d 2 linhas       $\text{---}\square\text{---}$        $\hat{Y} = 135,37 - 0,81x$       ( $R^2 = 97,30\%$ )\*  
 Adubação d 4 linhas       $\text{---}\blacksquare\text{---}$        $\hat{Y} = 263,38 - 1,80x$       ( $R^2 = 98,33\%$ \*\*



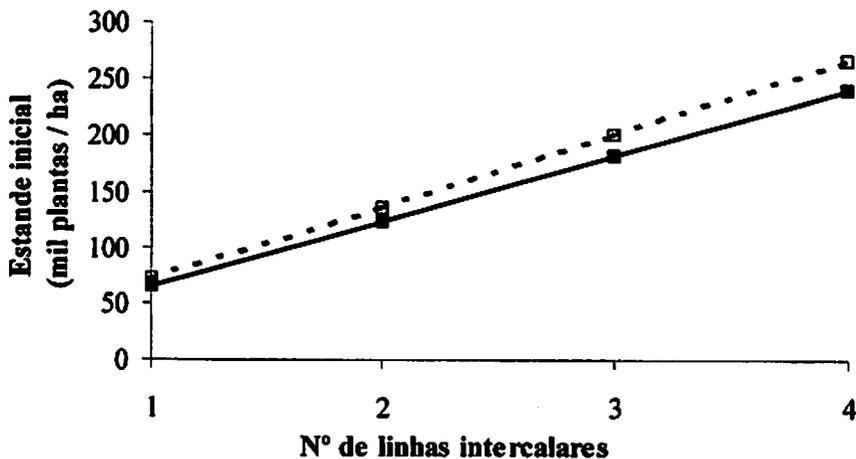
**FIGURA 3.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã, em função da dose de adubação da leguminosa intercalar ao cafeeiro em formação ou recepado, dentro de duas e quatro linhas intercalares (médias de duas safras). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Essa redução no estande inicial verificada com o incremento da adubação pode ser explicada pelo aumento do efeito salino que o adubo exerce sobre as sementes, atrasando ou até mesmo impossibilitando a sua germinação. Este efeito negativo tem sido verificado por muitos autores, principalmente com o incremento da dose de N (Silveira & Damasceno, 1993; Araújo et al., 1994; Teixeira et al., 2000; Rodrigues et al., 2002) e também da dose de K (Andrade & Ramalho, 1995).

O estande inicial do feijoeiro foi influenciado pelo número de linhas intercalares de maneira diferenciada em cada safra, conforme mostrou o desdobramento da interação S x D. Na Figura 4 pode-se verificar que o estande inicial foi sempre maior na safra das águas (safra 1), em comparação com a safra da seca (safra 2), independentemente do número de linhas intercalares da

leguminosa. A maior concentração de chuvas na primeira safra de feijão (Figura 1) pode ter contribuído para maior germinação das sementes, o que explicaria tal resultado, encontrado com frequência na região em ensaios com o feijoeiro (Souza, 2000).

NL d Safra 1	--□--	$\hat{Y} = 6,46 + 64,86x$	$(R^2 = 99,80\%)^{**}$
NL d Safra 2	—■—	$\hat{Y} = 6,46 + 58,20x$	$(R^2 = 99,91\%)^{**}$

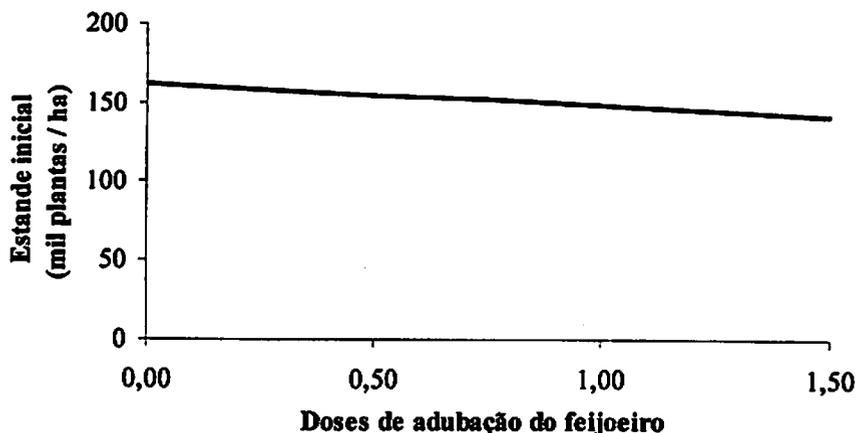


**FIGURA 4.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã, em função do número de linhas da leguminosa intercalar ao cafeeiro em formação ou recepado, na safra das águas (Safra 1) e da seca (Safra 2). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Embora com menor intensidade, a safra também modificou o efeito da adubação, já que ele não foi significativo na safra 1 (águas), mas altamente significativo na safra 2 (seca). Nessa última, o aumento da dose de adubo provocou redução do estande inicial do feijoeiro (Figura 5), como já verificado no desdobramento D x A. Também como já foi discutido, este efeito pode ser creditado ao maior efeito salino das maiores adubações, causando problemas à germinação, emergência e/ou sobrevivência das plântulas de feijoeiro (Silveira & Damasceno, 1993; Araújo et al., 1994; Andrade & Ramalho, 1995; Teixeira et

al., 2000; Rodrigues et al., 2002). Nesse caso, a menor concentração de chuvas nessa safra pode ter contribuído para a potencialização do efeito negativo da adubação do feijoeiro no estande inicial.

Adubação d/ safra 2 —————  $\hat{Y} = 161,94 - 1,33x$  ( $R^2 = 99,59\%$ )\*\*



**FIGURA 5.** Estande inicial do feijoeiro, em função das doses de adubação da leguminosa intercalar ao cafeeiro em formação ou recepado, safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

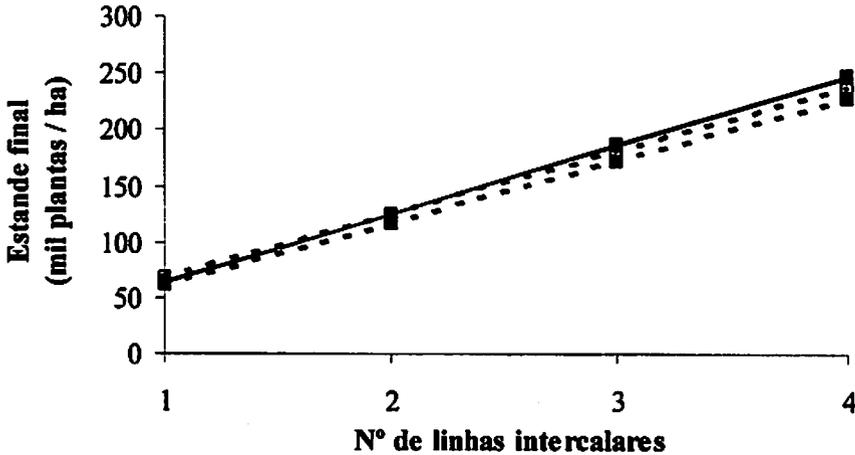
#### **b) Estande final**

Devido à ausência dos dados do estande final do monocultivo do feijoeiro na safra das águas, na análise de variância conjunta foram considerados apenas os dados da safra da seca de 2004. Da mesma forma verificada para o estande inicial, o primeiro desdobramento da interação NL x A revelou que o estande final do feijoeiro aumentou de forma linear com o acréscimo do número de linhas intercalares, em todas as doses de adubação do feijoeiro (Figura 6).

Este resultado, como já comentado, era o esperado, mas deve ser mencionado que nas doses mais elevadas de adubação esse crescimento foi ligeiramente menor que nos menores níveis de adubação. Novamente, o efeito

salino dos adubos utilizados pode ter contribuído para esse efeito, conforme diversos autores anteriormente citados.

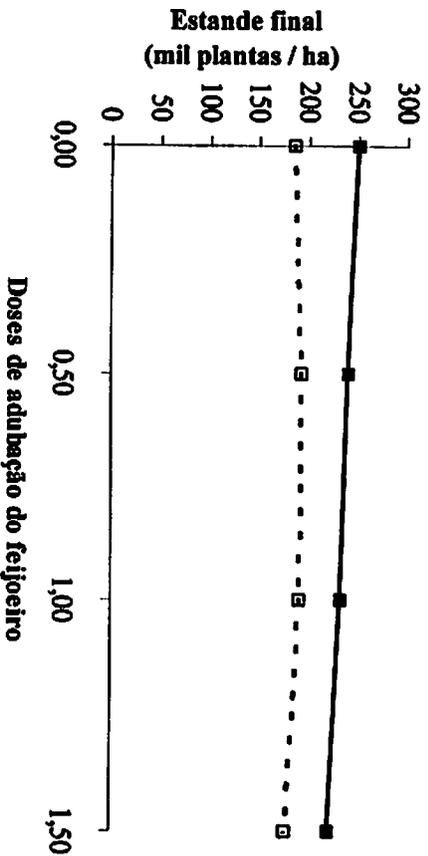
Nº linhas d/ adubação 0,0	—□—	$\hat{Y} = 2,71 + 61,21x$	$(R^2 = 99,89\%)^{**}$
Nº linhas d/ adubação 0,5	—■—	$\hat{Y} = 4,44 + 60,27x$	$(R^2 = 99,99\%)^{**}$
Nº linhas d/ adubação 1,0	---□---	$\hat{Y} = 12,92 + 55,79x$	$(R^2 = 97,66\%)^{**}$
Nº linhas d/ adubação 1,5	---■---	$\hat{Y} = 6,87 + 55,03x$	$(R^2 = 99,49\%)^{**}$



**FIGURA 6.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã, em função do número de linhas da leguminosa intercalar ao cafeeiro em formação ou recepado, dentro das doses de adubação do feijoeiro, na safra da seca 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O segundo desdobramento da interação NL x A, ou seja, mostrando os efeitos das doses de adubação do feijoeiro dentro de cada número de linhas intercalares, mostrou que o aumento da adubação da leguminosa causou redução significativa no estande final em pelo menos em dois níveis do outro fator, com três e quatro linhas intercalares de feijoeiro (Figura 7).

Adubação d 3 linhas     $\square$  —  $\hat{Y} = 182,92 + 2,74x - 0,21x^2$     ( $R^2 = 54,82\%$ )\*  
 Adubação d 4 linhas     $\blacksquare$  —  $\hat{Y} = 248,88 - 1,51x - 0,02x^2$     ( $R^2 = 99,91\%$ )\*\*



**FIGURA 7.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã, em função das doses de adubação da leguminosa intercalar ao cafeeiro em formação ou recepado, na safra da seca nos tratamentos com três e quatro linhas intercalares. UFPA, Lavras, MG, 2004.

Resultado parecido já havia sido obtido em relação ao estande inicial (Figura 3), o que certamente refletiu no estande final. Deve ser observado que, tanto para o estande inicial quanto para o estande final, o incremento da adubação do feijoeiro causou ligeira redução no número de plantas, principalmente nos tratamentos com maiores números de linhas. É provável que a maior competição por água nos ambientes com alta população de plantas tenha agravado os efeitos da salinidade dos adubos utilizados. Souza (2000), corroborando com este resultado, observou que, dentre outros fatores, a população ideal de feijoeiros em monocultivo é função da capacidade do solo fornecer nutrientes. Dessa forma, uma recomendação adequada de adubação deverá considerar a população de plantas envolvida no sistema de produção.

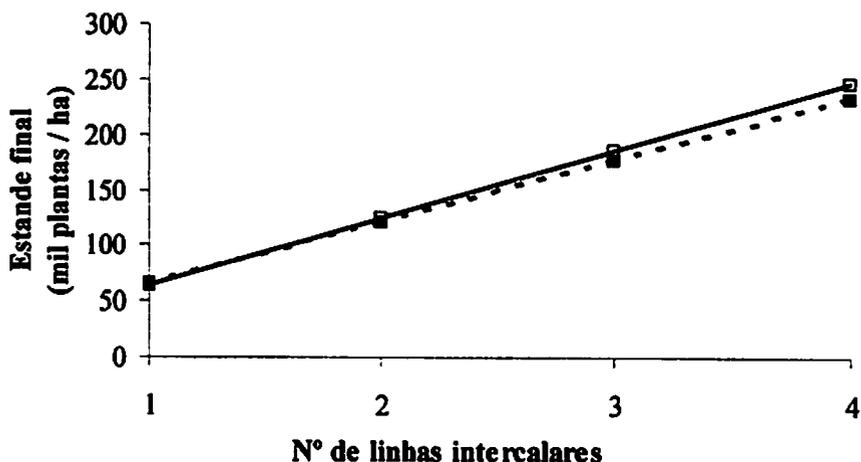
Da mesma forma, em sistemas de cultivo intercalado, a população ideal de ambas as culturas está relacionada com a capacidade do solo em fornecer

nutrientes, além da capacidade de cada cultura em competir por água, luz e nutrientes.

Na Tabela 3 verifica-se que os estandes inicial e final do feijoeiro foram sempre inferiores no cultivo intercalar; enquanto que no monocultivo a população inicial esteve em torno de 240 mil plantas, a média dos cultivos intercalados (média de 1, 2, 3 e 4 linhas) foi 169 mil nas águas e 152 mil na seca. Deve-se observar, entretanto, que o consórcio com quatro linhas intercalares comportou-se semelhantemente ao monocultivo, alcançando 250 mil plantas por hectare (Figura 7).

O desdobramento da interação NL x La mostrou que o número de linhas intercalares de feijoeiro afetou significativamente o estande final de plantas nas diferentes lavouras cafeeiras (Figura 8).

Nº linhas d La 1	—□—	$\hat{Y} = 4,03 + 60,54x$	$(R^2 = 99,93\%)^{**}$
Nº linhas d La 2	---■---	$\hat{Y} = 9,44 + 55,61x$	$(R^2 = 99,48\%)^{**}$

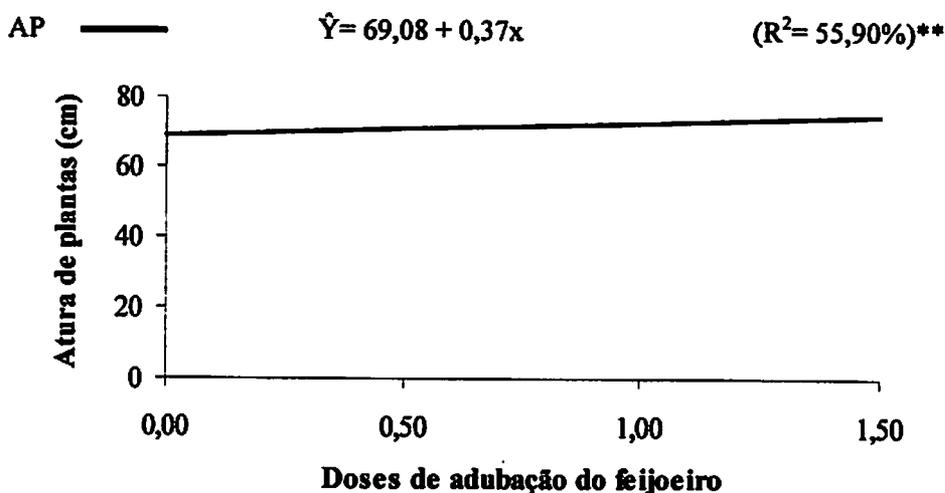


**FIGURA 8.** Estande final de plantas, em função do número de linhas intercalares de feijoeiro, para o cafeeiro em formação (La 1) e para o cafeeiro recepado (La 2), na safra da seca de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A maior altura das plantas de café, aliada à renovação do sistema radicular do cafeeiro recepado, pode ter tornado maior a competição interespecífica por água, luz e nutrientes, resultando em menores acréscimos no estande final do feijoeiro quando se aumentou o número de linhas da leguminosa (Figura 8). Os estandes finais médios, entretanto, não diferiram nos dois tipos de lavoura (Tabela 3).

### c) Altura de plantas

O aumento da dose de adubação provocou aumento linear da altura do feijoeiro (Figura 9). Certamente, a maior disponibilidade de nutrientes proporcionou maior crescimento da haste principal do feijoeiro. Em monocultivo, alguns autores, como Souza (2000), já haviam encontrado tal resultado.



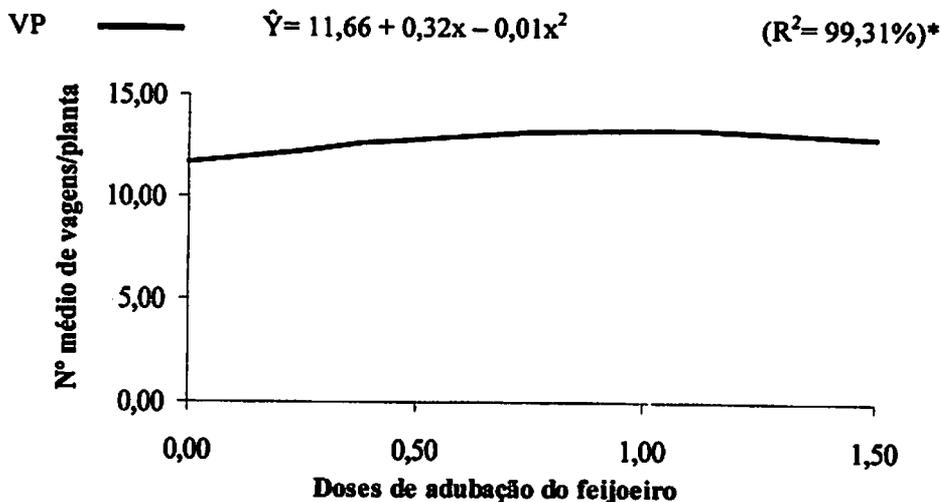
**FIGURA 9.** Altura média de plantas, em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação ou recepado, nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A altura do feijoeiro também foi influenciada pela safra e pelo tipo de lavoura (Tabela 2). Nas águas, apesar da maior disponibilidade de água, a altura do feijoeiro foi inferior (Tabela 3), discordando do obtido com o feijoeiro em monocultivo por Souza (2000). Entretanto, outros fatores, além de água e nutrientes, podem ter concorrido para este resultado. Com relação ao tipo de lavoura cafeeira utilizada, observa-se que, no café em formação, o feijoeiro alcançou maior altura (Tabela 3), certamente em função da menor competição, que foi mais agressiva no cafeeiro recepado, resultante do maior porte e da competição estabelecida pelo crescimento do sistema radicular nesta condição.

Na safra das águas, quando se comparou o feijoeiro em monocultivo com o feijoeiro intercalar, constatou-se que a altura da leguminosa foi superior no monocultivo, indicando que a associação, independentemente do número de linhas intercalares, reduz o seu crescimento.

#### **d) Número médio de vagens por planta**

O número médio de vagens por planta aumentou de forma quadrática com o aumento da adubação do feijoeiro. Conforme apresentado na Figura 10, o número de vagens por planta elevou-se, seguindo o modelo de acréscimos decrescentes, até o nível de 100% da adubação de referência e, a partir deste ponto, começou a decrescer. Como a população final de plantas diminuiu com o aumento da adubação do feijoeiro (Figura 7), o aumento do número de vagens por planta, no mesmo sentido, mostra a adequação do feijoeiro a menores populações de plantas, demonstrando sua capacidade de compensação.



**FIGURA 10.** Número médio de vagens, em função das doses de adubação do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro em formação ou recepado nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O comportamento do número médio de vagens por planta também foi diferenciado em função do talhão e da safra estudada, bem como da interação entre estes fatores. Na Tabela 4 pode-se notar que, de modo geral, na safra das águas, o número médio de vagens por planta foi superior ao da safra da seca, certamente em função das melhores condições climáticas, principalmente disponibilidade de água (Figura 1). Da mesma maneira, nota-se, ainda, que, nas águas, o feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado apresentou número de vagens ligeiramente superior em relação ao cafeeiro em formação. Na safra da seca, provavelmente em função de condições climáticas menos favoráveis, a resposta dessa variável não apresentou diferenças significativas entre os dois tipos de lavouras. Nesta última safra, como é comum nessa região, as chuvas escassearem antes da floração ou formação de vagens, causando aborto de flores ou vagens (Andrade, 1998).

**Tabela 4.** Número médio de vagens por planta de feijão intercalar em função da lavoura cafeeira (formação ou recepado) e safra (águas e seca). UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

Safra	Tipos de lavoura		Médias
	Formação	Recepado	
Águas	14,66 A b	16,79 A a	15,72 A
Seca	9,56 B a	9,78 B a	9,67 B
Médias	12,11 b	13,28 a	12,70

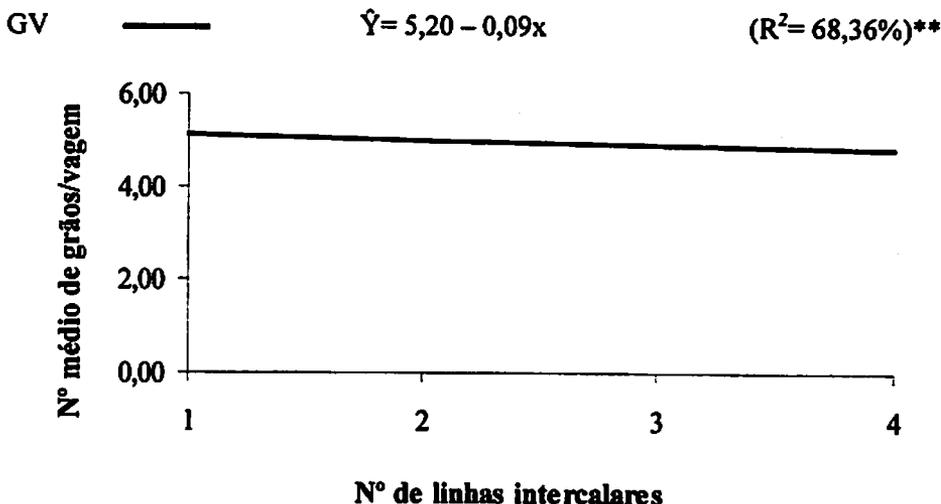
<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam safras e minúsculas, tipos de lavoura.

#### e) Número médio de grãos por vagem

Na medida em que aumentou o número de linhas intercalares de feijoeiro, o número médio de grãos por vagem apresentou ligeira redução linear (Figura 11). Certamente, esse efeito foi causado pelo aumento da competição intra-específica entre os feijoeiros. Este resultado é coerente com outros obtidos em monocultivo, nos quais o aumento da população de plantas reduziu o número médio de grãos por vagem (Souza, 2000). De certa maneira, este resultado correlaciona-se com o obtido com o número de vagens por planta, que teve comportamento semelhante, apesar de não significativo (Tabela 2).

O aumento da dose de fertilizante até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não afetou, de maneira significativa, o número médio de grãos por vagem (Tabelas 2 e 3).

O número de grãos por vagem, assim como a altura de plantas e o número de vagens por planta, também foi influenciado pelo tipo de lavoura no qual o feijão foi intercalado (Tabela 2). No talhão com café em formação, devido à menor competição interespecífica, foi maior o número de grãos por vagem (Tabela 3).



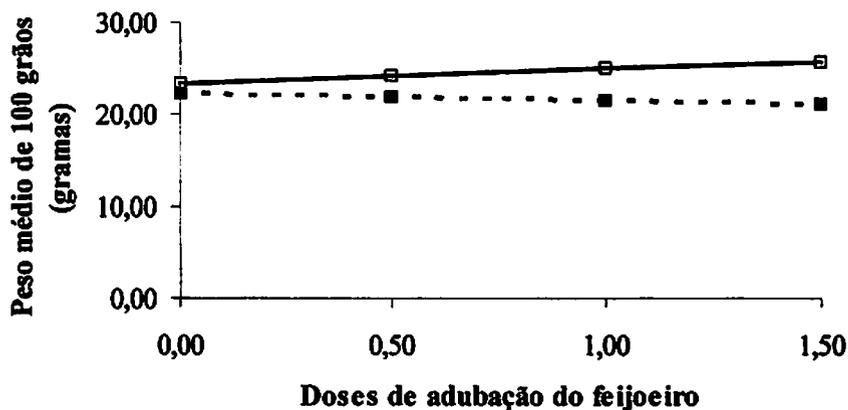
**FIGURA 11.** Número médio de grãos por vagem, em função do número de linhas do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro em formação ou recepado, nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Deve ser observado ainda que, nas duas safras estudadas, a média do fatorial diferiu da média do tratamento adicional no que diz respeito ao número de grãos por vagem. Nota-se, entretanto, que este efeito foi de pequena magnitude e, de certa forma, não coerente nas duas safras (Tabela 3).

#### f) Peso médio de cem grãos

O peso médio de grãos teve comportamento ligeiramente diferenciado em função do número de linhas intercalares e da adubação do feijoeiro em cada safra e lavoura estudadas. O desdobramento da interação quádrupla safra (S) x lavoura (La) x número de linhas (NL) x adubação (A) revelou significância das doses de adubação do feijoeiro para os tratamentos com três linhas intercalares no cafeeiro em formação (Lavoura 1), tanto nas águas como na seca (Figura 12).

Adub d NL 3, La 1, Safra 1 —□—  $\hat{Y} = 23,42 + 0,15x$  ( $R^2 = 60,51\%$ )\*\*  
 Adub d NL 3, La 1, Safra 2 —■—  $\hat{Y} = 22,35 - 0,09x$  ( $R^2 = 38,56\%$ )\*



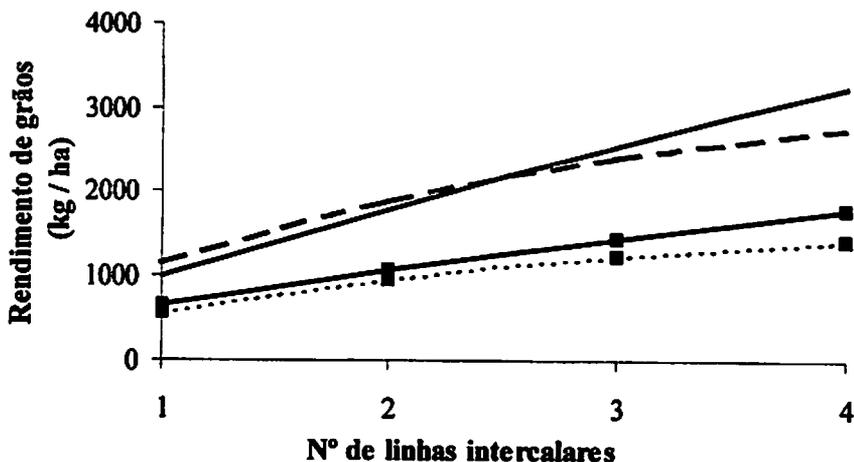
**FIGURA 12.** Peso médio de cem grãos, em função das doses de adubação do feijoeiro cv. Talismã com três linhas intercalares ao cafeeiro em formação, safra das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O incremento da adubação do feijoeiro ocasionou aumento linear no peso médio de cem grãos na safra das águas (Safra 1), mas ocasionou ligeira redução no peso médio de cem grãos na safra da seca (Safra 2). Este efeito, entretanto, mostrou-se pouco consistente e de pequena magnitude. Além disso, deve ser observado que, a julgar pelos valores do  $R^2$ , os dados mostraram pequeno ajuste (Figura 12).

### g) Rendimento de grãos

O desdobramento da interação tripla safra (S) x lavoura (La) x número de linhas (NL) revelou que o rendimento de grãos do feijoeiro respondeu de forma quadrática ao aumento do número de linhas intercalares. Entretanto, o incremento do rendimento de grãos foi diferenciado, dependendo da safra e do tipo de lavoura cafeeira (Figura 13).

NL d La 1, Safra 1	—	$\hat{Y} = 146,24 + 860,88x - 22,13x^2$	$(R^2 = 99,93\%)^{**}$
NL d La 1, Safra 2	-■-	$\hat{Y} = 53,32 + 559,97x - 56,36x^2$	$(R^2 = 99,48\%)^{**}$
NL d La 2, Safra 1	- -	$\hat{Y} = 186,92 + 1041,09x - 101,61x^2$	$(R^2 = 98,62\%)^{**}$
NL d La 2, Safra 2	-■-	$\hat{Y} = 190,97 + 464,94x - 17,29x^2$	$(R^2 = 98,72\%)^{**}$



**FIGURA 13.** Rendimento de grãos do feijoeiro cv. Talismã, em função do número de linhas intercalares ao cafeeiro em formação e recepado, safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Observa-se, ainda na Figura 13, que, tanto intercalado ao cafeeiro em formação (Lavoura 1) quanto ao cafeeiro recepado (Lavoura 2), o aumento no número de linhas intercalares proporcionou acréscimo no rendimento de grãos de feijão. Em ambos os tipos de lavoura do cafeeiro, o rendimento de grãos na safra das águas (Safra 1) foi superior ao da safra da seca (Safra 2).

Estes resultados indicam que, visando apenas à produção de grãos de feijão, o emprego de quatro linhas intercalares leva a maior volume de produção da leguminosa. No cafeeiro em formação, no qual a competição interespecífica foi menor, quatro linhas intercalares de feijoeiro produziram cerca de 3.200 kg.ha<sup>-1</sup> nas águas e pouco menos de 1.400 kg.ha<sup>-1</sup> na seca. No cafeeiro recepado estes rendimentos foram, respectivamente, em torno de 2.700 e 1.800 kg.ha<sup>-1</sup>. Estes rendimentos obtidos na safra das águas, nos dois tipos de lavoura,

podem ser considerados excepcionais em relação às produtividades médias obtidas em Minas Gerais, mesmo em monocultivo, que foram da ordem de 900 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 2003. Há que se considerar, entretanto, se a competição promovida sobre o cafeeiro não trará consequências para a produção de café. Contribuíram para esta maior produtividade nas águas, maior estande inicial, maior número de vagens por planta e maior peso de cem grãos (Tabela 3) que, certamente, são resultado das condições climáticas mais favoráveis naquela safra.

Ao contrário do que ocorreu com o número de linhas de feijoeiro intercalar, o incremento da adubação do feijoeiro até a dose equivalente a 1,5 vez a adubação recomendada para o seu monocultivo não representou qualquer aumento no rendimento de grãos da leguminosa (Tabela 3).

Conforme já discutido para outras variedades, é provável que este resultado esteja relacionado com a boa fertilidade inicial dos solos das glebas de café utilizadas (Tabela 1). Deve ser observado, entretanto, que esta pode não ser a situação da maioria dos cafezais do Sul de Minas Gerais, principalmente após os últimos anos de pequeno investimento por parte dos cafeicultores, forçado pelo recente período de baixos preços do café no mercado.

Os efeitos da adubação do feijoeiro intercalado ao café sobre o rendimento de grãos da leguminosa foram estudados por Martins et al. (1980). Estes autores observaram que o uso da calagem mais adubação NPK recomendada para o monocultivo do feijoeiro foi o sistema de produção que proporcionou a maior produtividade de feijão.

Conforme comentado no capítulo anterior deste estudo, deve ser ainda considerado que o emprego de pequenas doses de adubação do feijoeiro, mesmo não resultando em baixa produtividade da leguminosa, pode refletir em prejuízos ao cafezal, levando à menor produção de café ou comprometendo o desenvolvimento do cafeeiro. Como se trata de cultura em formação ou

renovação, o efeito negativo desta competição só será evidenciado futuramente. Há que se considerar também que o cafeeiro poderá ser beneficiado futuramente por esta adubação, com o crescimento do sistema radicular, sobretudo com o plantio do feijoeiro em maiores números de linhas.

## 5.2 Características do cafeeiro

### 5.2.1 Cafeeiro em formação

A análise de variância dos dados referentes à emissão de nós dos ramos ortotrópico e plagiotrópico e ao incremento no comprimento do ramo plagiotrópico, na altura de plantas e no diâmetro do caule do cafeeiro, está resumida na Tabela 5.

**TABELA 5.** Análise de variância dos dados relativos à emissão de nós no ramo ortotrópico (NO) e no ramo plagiotrópico (NP), incremento no comprimento do ramo plagiotrópico (CP), na altura de planta (AP) e no diâmetro do caule (DC) do cafeeiro cv. Topázio em formação consorciado com feijoeiro, nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio				
		NO	NP	CP	AP	DC
Bloco	2	0,55ns	0,97ns	45,75ns	54,36ns	0,10*
Tratamento	16	0,99ns	2,94*	64,73**	39,04ns	0,05ns
Nº linhas (NL)	3	0,97ns	10,38**	215,85**	31,06ns	0,14**
Adubação (A)	3	1,21ns	0,48ns	13,31ns	25,76ns	0,02ns
NL x A	9	1,03ns	1,03ns	25,80ns	39,17ns	0,03ns
Fat x adicional	1	0,08ns	5,11ns	115,94*	101,56ns	0,09ns
Resíduo	32	1,70	1,35	19,51	36,75	0,03
CV (%)		19,55	15,18	16,97	18,04	14,37

\*\* , \* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Conforme pode se verificar na Tabela 5, os valores do coeficiente de variação (CV%) indicam boa precisão experimental. A emissão de nós no ramo ortotrópico e o incremento na altura de plantas não foram influenciados pelos tratamentos. A emissão de nós e o incremento no comprimento do ramo plagiotrópico e no diâmetro do caule do cafeeiro foram afetados significativamente pelo número de linhas intercalares de feijoeiro. Entretanto, as doses de adubação da leguminosa não influenciaram significativamente nenhuma das características do cafeeiro. O contraste entre a média dos tratamentos consorciados (fatorial) e o monocultivo do cafeeiro (adicional) mostrou-se significativo apenas para o incremento no comprimento do ramo plagiotrópico. A interação NL x A não significativa evidencia que o número de linhas intercalares e a adubação do feijoeiro não dependeram um do outro, mostrando efeitos independentes.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios das características avaliadas do cafeeiro, em função do número de linhas e do nível de adubação do feijoeiro.

**TABELA 6:** Valores médios relacionado à emissão de nós nos ramos ortotrópico (NO) e plagiotrópico (NP), ao incremento no comprimento do ramo plagiotrópico (CP), na altura de planta (AP) e no diâmetro do caule (DC) do cafeeiro cv. Topázio em formação consorciado com o feijoeiro, na safra das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

<b>Fatores</b>	<b>NO</b>	<b>NP</b>	<b>CP</b>	<b>AP</b>	<b>DC</b>
<b>Nº de linhas</b>					
<b>1 linha</b>	6,27	8,14	28,43	32,34	1,19
<b>2 linhas</b>	6,92	8,29	28,62	35,1	1,17
<b>3 linhas</b>	6,81	7,59	25,99	34,02	1,19
<b>4 linhas</b>	6,61	6,25	19,54	31,54	0,97
<b>Dose adubação</b>					
<b>0.0</b>	6,39	7,79	27,02	32,07	1,12
<b>0.5</b>	6,89	7,49	25,02	33,04	1,09
<b>1.0</b>	6,96	7,67	25,88	35,36	1,19
<b>1.5</b>	6,37	7,33	24,66	32,53	1,11
<b>Consórcio</b>	6,65	7,57	25,65 b	33,25	1,13
<b>Monocultivo</b>	6,81	8,92	32,05 a	39,25	1,29
<b>Média geral</b>	6,66	7,65	26,02	33,6	1,14

<sup>1</sup> Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### **a) Número de nós do ramo ortotrópico**

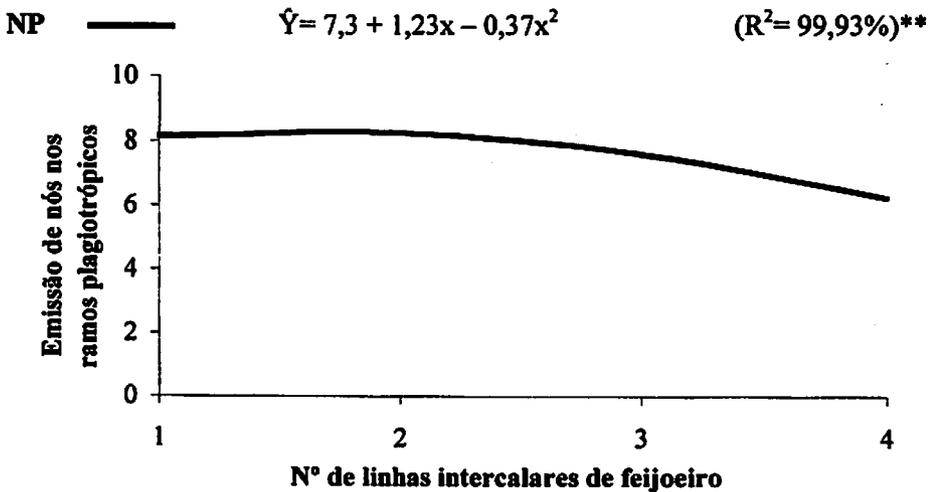
O número de nós da haste principal do cafeeiro não foi significativamente influenciado pelo número de linhas intercalares e nem pela dose de adubação da leguminosa (Tabela 5). De fato, o número médio de nós neste ramo variou de 6,27 a 6,96 e não mostrou qualquer relação com os fatores estudados (Tabela 6). Este resultado indica que, mesmo nos casos de maior pressão da leguminosa, como no caso de quatro linhas de feijão, a competição da cultura intercalar não chegou a alterar o padrão de crescimento do cafeeiro. Entretanto, deve ser considerado que o período de maior emissão de nós pelo cafeeiro é no período de pleno crescimento, o que coincidiria com o plantio das

águas. Neste caso isolado, é possível que ocorresse maior competição interespecífica. Como se considerou a emissão no período referente à safra das águas e da seca, é possível que tenha ocorrido alguma compensação pelo cafeeiro neste período mais longo.

**b) Número de nós do ramo plagiotrópico**

A emissão de nós nos ramos plagiotrópicos marcados foi afetada significativamente pelo número de linhas intercalares (Tabela 5). A partir de duas linhas de feijoeiro, o aumento no número médio de nós dos ramos plagiotrópicos decresceu de acordo com um modelo quadrático (Figura 14).

Esse resultado indica que, a partir de 2 linhas de feijoeiro, a produtividade do cafeeiro pode vir a ser afetada, pois nos nós dos ramos plagiotrópicos é que se desenvolverão as gemas reprodutivas do cafeeiro.

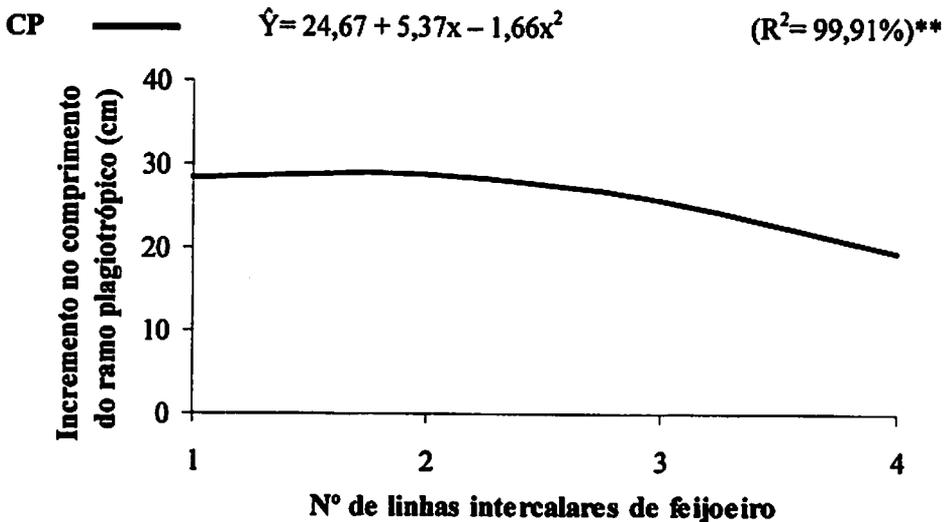


**FIGURA 14.** Emissão de nós nos ramos plagiotrópicos do cafeeiro cv Topázio em formação, em função do número de linhas intercalares do feijoeiro cv Talismã. UFLA, Lavras, MG, 2004.

### c) Comprimento do ramo plagiotrópico

Do mesmo modo que ocorreu com a emissão de nós nos ramos plagiotrópicos, o aumento no comprimento destes ramos também foi afetado pelo número de linhas intercalares, de acordo com modelo quadrático de formato parecido com o anterior (Figura 15), o que pode ser explicado pela interdependência das duas variáveis.

A presença do feijoeiro restringiu o crescimento dos ramos laterais, principalmente em maior número de linhas intercalares. Este comportamento é fácil de ser entendido quando se verifica a agressividade do feijoeiro sobre os cafeeiros nos casos de três e quatro linhas intercalares. A cv. Talismã, deve ser lembrado, apresenta hábito de crescimento do tipo III (Cultivar, 2002) e, portanto, grande emissão de ramos laterais, compridos e volúveis, isto é, com gavinhas e tendência para funcionar como trepadora.



**FIGURA 15.** Incremento no comprimento dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro cv. Topázio em formação, em função do número de linhas intercalares de feijoeiro cv. Talismã. UFLA, Lavras, MG, 2004.



Chaves (1978, 1977 a), estudando o efeito de culturas intercalares em cafezais em formação, concluiu que o cultivo de até quatro linhas de feijoeiro por rua de café não prejudicou a formação de ramos plagiotrópicos, o crescimento em altura e o incremento do diâmetro do caule do cafeeiro no primeiro ano de formação. Entretanto, este resultado foi obtido com cafezal em espaçamento tradicional (4,0 m entre linhas), o que torna a competição interespecífica menos agressiva que nas condições de espaçamento adensado.

O efeito do número de linhas intercalares também pode ser observado quando se compara o comprimento do ramo plagiotrópico em monocultivo e consorciado na Tabela 6. A média do tratamento adicional (ou monocultivo) foi significativamente superior à do fatorial (ou consórcio com feijão).

#### **d) Altura de planta**

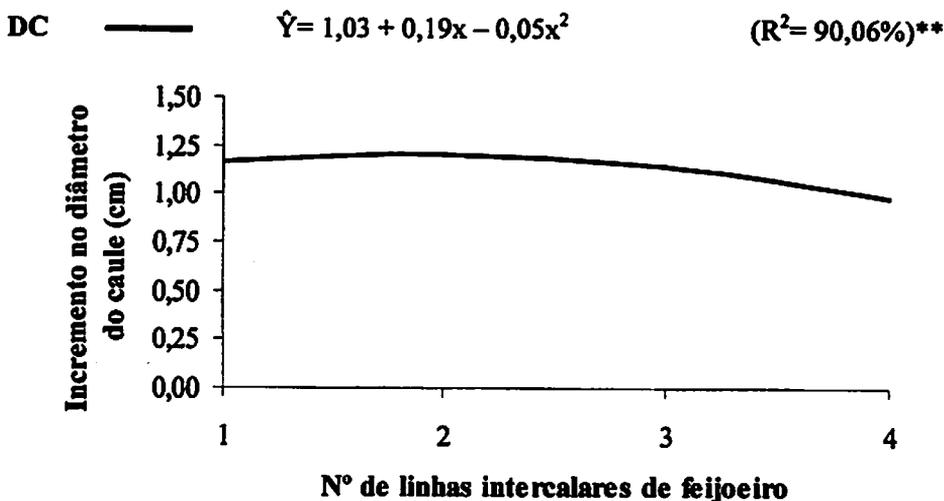
Assim como o número de nós emitidos no ramo ortotrópico, esta característica não foi influenciada significativamente pelos tratamentos (Tabela 5), o que já era de certa forma esperado, devido à interdependência entre as duas características. De certa forma, poderia ser esperado maior alongamento da haste do cafeeiro devido à maior competição por luz. Certamente isto não ocorreu porque, como o feijoeiro é planta de porte baixo, o meristema apical do cafeeiro não chegou a sofrer restrição luminosa, apresentando níveis de fotodestruição de auxina (Taiz & Zeiger, 1991), comparáveis ao do monocultivo do cafeeiro.

Este resultado, entretanto, está de acordo com os obtidos por Chaves (1978, 1977 a), já mencionados anteriormente. Contudo, vale ressaltar que as condições de espaçamento e densidade populacional de plantas eram diferentes das analisadas neste estudo.

### e) Diâmetro do caule

Apesar de não ter afetado a altura e o número de nós na haste principal do cafeeiro, o aumento do número de linhas intercalares de feijoeiro provocou redução no incremento do diâmetro do caule do cafeeiro (Figura 16 e Tabela 6). Estes resultados discordam dos obtidos em outros trabalhos (Chaves, 1978, 1977 a), os quais não observaram diferenças para essa característica, porém, em espaçamentos mais largos.

Certamente, a maior pressão de competição interespecífica provocada com o incremento do número de linhas da cultura consorte reduziu o crescimento em diâmetro do caule da rubiácea. Pela observação das parcelas com quatro linhas de feijão durante o crescimento vegetativo do feijoeiro, presume-se que o principal fator de competição seja luz. É provável que esta redução seja devido à maior competição ocorrida nas águas.



**FIGURA 16.** Incremento no diâmetro do caule do cafeeiro cv Topázio em formação, em função do número de linhas intercalares de feijoeiro cv. Talismã. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Em contrapartida, Melles et al. (1978), intercalando as culturas de arroz, milho, soja, feijão e feijão-de-porco com cafeeiro nos dois primeiros anos de formação, observaram que a produção de café na primeira colheita foi maior em alguns tratamentos consorciados que, no monocultivo do cafeeiro, talvez pela proteção contra ventos e pelo sombreamento promovidos pela presença das culturas intercalares. Em outro trabalho (1979), os mesmos autores concluíram que a utilização de até cinco linhas de feijoeiro nos dois primeiros anos de formação do cafeeiro em espaçamento tradicional proporcionou ganho em produtividade de café em relação ao seu monocultivo.

Melles et al. (1985) recomendam o plantio de, no máximo, uma linha de feijão intercalado com cafeeiro em formação no espaçamento de 2,0 m entre linhas. Entretanto, nas condições em que o presente estudo foi conduzido, somente a partir de três linhas de feijoeiro por rua de café houve efeitos negativos no desenvolvimento do cafeeiro.

Cabe lembrar que, embora a adubação do feijoeiro não tenha influenciado nenhuma das características avaliadas nas plantas de café, o desenvolvimento e a produtividade do cafeeiro podem ser comprometidos pela utilização, a longo prazo, de doses reduzidas ou pela ausência da adubação da leguminosa como cultura intercalar.

Outra observação interessante é a de que, conforme mostram os resultados, as maiores alterações no cafeeiro em formação ocorrem nos ramos plagiotrópicos, quando em consórcio com o feijoeiro.

### **5.2.2 Cafeeiro recepado**

A análise de variância dos dados referentes à emissão de nós nos ramos ortotrópico e plagiotrópico, aos incrementos no comprimento do ramo plagiotrópico, na altura de planta (comprimento do broto) e no diâmetro do broto

do cafeeiro cv. Acaia Cerrado, consorciado com feijoeiro após a recepa, está resumida na Tabela 7.

O número de linhas intercalares de feijoeiro influenciou significativamente as características relacionadas aos ramos laterais, ou seja, o número de nós e o comprimento do ramo plagiotrópico. Já as doses de adubação do feijoeiro afetaram de maneira significativa as variáveis relacionadas ao ramo principal, que são o número de nós do ramo ortotrópico, o comprimento e diâmetro do broto. A interação número de linhas (NL) x adubação (A) se mostrou significativa apenas para o número de nós do ramo ortotrópico e o contraste fatorial vs adicional não foi significativo em nenhum dos casos. Os valores do coeficiente de variação (CV%) indicam boa precisão experimental.

**TABELA 7.** Análise de variância dos dados relativos à emissão de nós no ramo ortotrópico (NO) e no ramo plagiotrópico (NP), aos incrementos no comprimento do ramo plagiotrópico (CP), no comprimento do broto (CB) e no diâmetro do broto (DB) do cafeeiro cv Acaia Cerrado recepado consorciado com feijoeiro, nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		NO	NP	CP	CB	DB
Bloco	2	0,99ns	1,02ns	78,29*	70,90ns	0,05ns
Tratamento	16	1,64**	0,96*	50,95*	61,27ns	0,03ns
Nº linhas (NL)	3	0,84ns	1,51*	82,88*	23,98ns	0,02ns
Adubação (A)	3	3,23**	1,18ns	29,56ns	156,70**	0,06*
NL x A	9	1,38*	0,81ns	46,18ns	48,49ns	0,03ns
Fat x adicional	1	1,60ns	0,02ns	62,16ns	1,87ns	0,00ns
Resíduo	32	0,48	0,45	23,76	32,50	0,02
CV (%)		6,97	6,12	10,08	8,85	9,24

\*\* , \* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios das características avaliadas do cafeeiro são apresentados na Tabela 8, em função do número de linhas e da dose de adubação do feijoeiro.

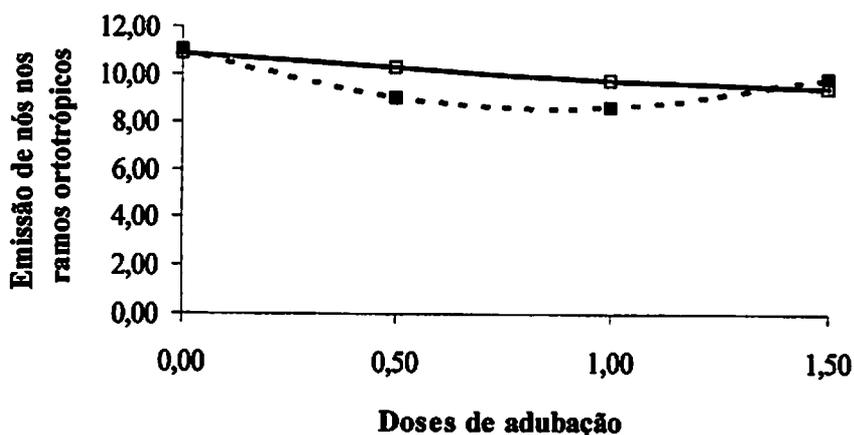
**TABELA 8:** Valores médios da emissão de nós dos ramos ortotrópico (NO) e plagiotrópico (NP), dos incrementos no comprimento do ramo plagiotrópico (CP), no comprimento do broto (CB) e no diâmetro do broto (DB) do cafeeiro cv. Acaia Cerrado, recepada, consorciado com o feijoeiro, na safra águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

<b>Fatores</b>	<b>NO</b>	<b>NP</b>	<b>CP</b>	<b>CB</b>	<b>DB</b>
<b>Nº de linhas</b>					
<b>1 linha</b>	10.09	11.03	48.98	65.36	1.54
<b>2 linhas</b>	10.20	11.34	50.85	62.70	1.51
<b>3 linhas</b>	10.10	10.60	47.81	65.69	1.50
<b>4 linhas</b>	9.61	10.62	44.60	63.67	1.45
<b>Doses adubação</b>					
<b>0.0</b>	10.53	11.30	49.69	67.30	1.55
<b>0.5</b>	10.21	10.93	48.71	66.00	1.49
<b>1.0</b>	9.31	10.54	46.00	59.12	1.40
<b>1.5</b>	9.94	10.82	47.84	64.98	1.55
<b>Consórcio</b>	9.99	10.90	48.06	64.35	1.50
<b>Monocultivo</b>	9.25	10.83	52.75	65.17	1.51
<b>Média geral</b>	9.95	10.89	48.34	64.40	1.50

#### a) Número de nós do ramo ortotrópico

A significância da interação NL x A indica que os efeitos de um fator são dependentes ou modificados pelos níveis do outro fator. O desdobramento do efeito das doses de adubação dentro de cada número de linhas intercalares revelou significância nos casos de uma e quatro linhas de feijoeiro (Figura 17). Estes efeitos, entretanto, mostraram-se pouco consistentes, com baixo R<sup>2</sup> (Figura 17) e de pequena magnitude.

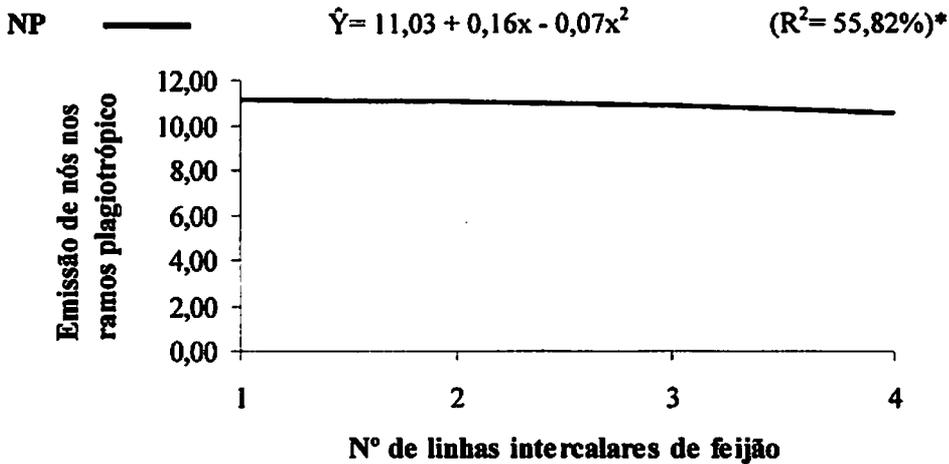
Adub d NL 1      —□—       $\hat{Y} = 10,91 - 0,14x + 0,002x^2$       ( $R^2 = 86,22\%$ )\*  
 Adub d NL 4      -■-       $\hat{Y} = 11,01 - 0,55x + 0,03x^2$       ( $R^2 = 66,51\%$ \*\*



**FIGURA 17.** Emissão de nós nos ramos ortotrópicos do cafeeiro cv Acaia Cerrado recepado, em função da dose de adubação do feijoeiro cv. Talismã nos tratamentos com uma e quatro linhas intercalares. UFLA, Lavras, MG, 2004.

**b) Número de nós dos ramos plagiotrópicos**

A análise de variância revelou que a emissão de nós nos ramos plagiotrópicos marcados foi afetada significativamente pelo aumento do número de linhas intercalares (Tabela 7). A emissão média de nós naquele ramo decresceu de acordo com modelo quadrático, a partir de duas linhas intercalares. Este efeito, entretanto, mostrou-se pouco consistente e de pequena magnitude. Além do mais, deve ser observado que, a julgar pelos valores do  $R^2$ , os dados mostraram pequeno ajuste ao modelo selecionado (Figuras 18). Deve-se ressaltar, entretanto, que o mesmo comportamento foi observado no cafeeiro em formação.



**FIGURA 18.** Emissão de nós nos ramos plagiotrópicos do cafeeiro cv Acaia Cerrado recepado, em função do número de linhas intercalares de feijoeiro cv. Talismã. UFLA, Lavras, MG, 2004.

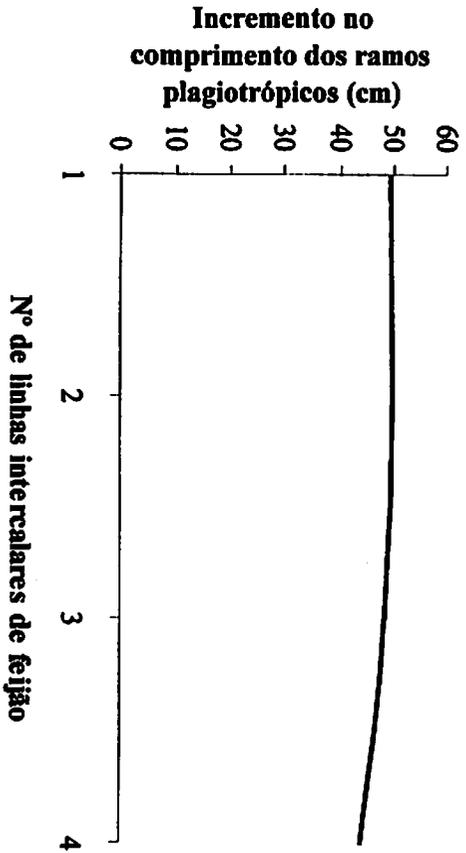
### c) Comprimento dos ramos plagiotrópicos

O crescimento dos ramos plagiotrópicos foi afetado significativamente pelo aumento do número de linhas de feijoeiro (Tabela 7). A exemplo do que ocorreu com a emissão de nós nos ramos plagiotrópicos marcados, a análise de regressão revelou que, a partir de duas linhas intercalares, o incremento do comprimento dos ramos laterais decresceu de acordo com um modelo quadrático (Figura 19), o que mostra a interdependência entre as duas variáveis, fato também ocorrido no cafeeiro em formação.

É possível que a presença do feijoeiro tenha limitado o crescimento dos ramos laterais, principalmente em maior número de linhas intercalares, assim como aconteceu no cafeeiro em formação. Este comportamento é fácil de ser entendido quando se verifica a agressividade do feijoeiro sobre os cafeeiros nos casos de três e quatro linhas intercalares, como já foi discutido.

CP —————  $\hat{Y} = 45,76 + 4,73x - 1,27x^2$

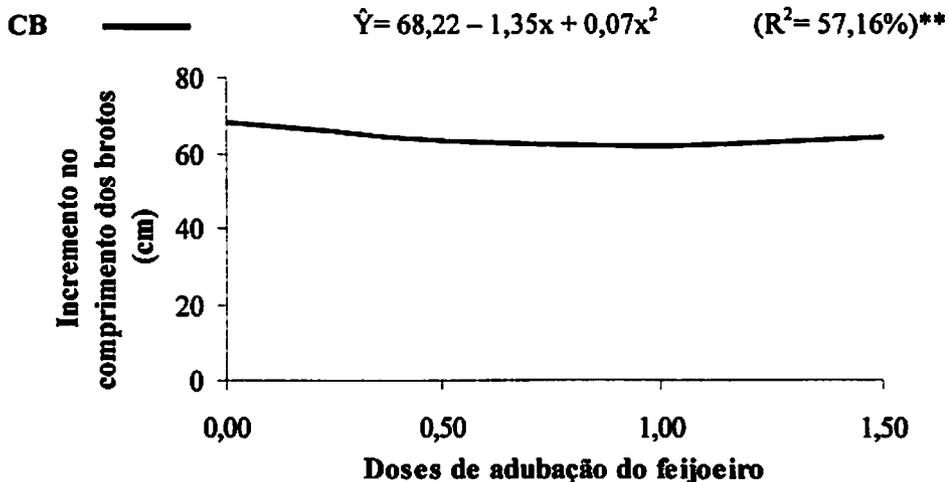
( $R^2 = 94,59\%$ )\*



**FIGURA 20.** Incremento no comprimento dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro cv Acaíá Cerrado recepado, em função do número de linhas intercalares do feijoeiro cv. Talismã. UFILA, Lavras, MG, 2004.

#### d) Comprimento do broto

O incremento do comprimento dos brotos remanescentes respondeu de maneira quadrática aos níveis de adubação do feijoeiro. No gráfico da Figura 21 pode-se observar que o aumento da adubação do feijoeiro de 0 (sem adubação) para 0,5 (metade da dose recomendada) e para 1,0 (100% da dose recomendada) provocou redução no aumento da altura das plantas de cafeeiro, que voltou a aumentar com a utilização da adubação 1,5 (150% da dose recomendada para o feijoeiro). No entanto, a julgar pelo baixo valor do  $R^2$ , o ajuste dos dados à equação não foi satisfatório.

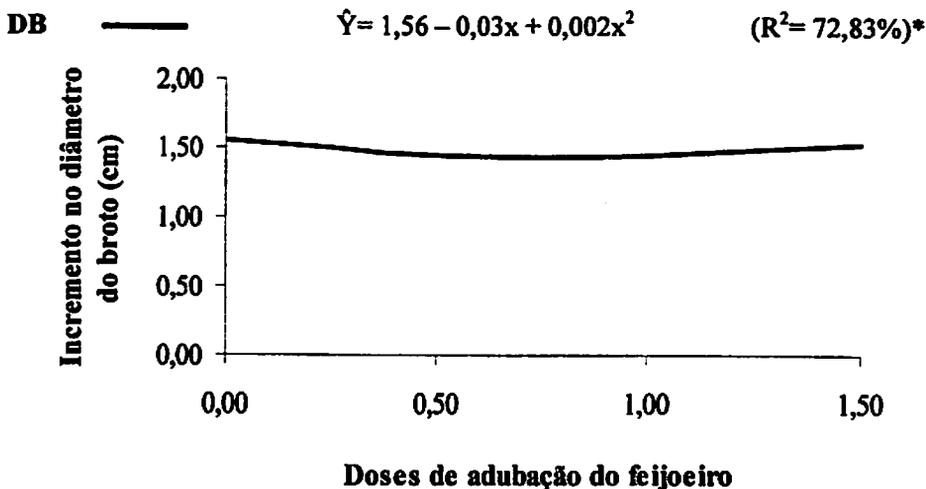


**FIGURA 21.** Incremento no comprimento do broto remanescente do cafeeiro cv. Acaiá Cerrado recepado, em função da dose de adubação do feijoeiro cv. Talismã, em cultivo intercalado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

#### e) Diâmetro do broto

O incremento do diâmetro do broto remanescente também foi significativamente influenciado pela adubação do feijoeiro (Tabela 7), de modo semelhante ao que ocorreu com a emissão de nós e com o comprimento do ramo ortotrópico (broto remanescente). A análise de regressão revelou que as respostas do aumento no diâmetro do broto foram de natureza quadrática (Figura 22), tendo, a partir da dose de 100% da adubação recomendada para o feijoeiro, os valores sido crescentes.

Entretanto, a julgar pelo valor do  $R^2$  (Figura 22), o ajuste dos dados ao modelo selecionado não foi satisfatório e, a julgar pelos valores das médias observadas para a variável em função dos níveis de adubação do feijoeiro (Tabela8), verifica-se que este efeito foi de pequena magnitude.



**FIGURA 22.** Incremento no diâmetro do broto remanescente do cafeeiro cv Acaia Cerrado recepado, em função da dose de adubação do feijoeiro cv. Talismã, em cultivo consorciado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Alguns autores (Chaves et al., 1976; Chaves, 1977 b), estudando os efeitos do uso de culturas intercalares em cafezais recepados, concluíram que o plantio do feijoeiro a 1,0 metro de distância da linha do cafezal não prejudicou o crescimento em altura e diâmetro do broto do cafeeiro. No presente estudo, somente nos tratamentos com 1 linha de feijoeiro, a distância foi equivalente à observada pelos citados autores. Chaves (1978), por sua vez, considerando o cultivo de culturas intercalares até a segunda produção de cafeeiros recepados, verificou que, nos tratamentos consorciados, a produção de café foi ligeiramente superior à do cafeeiro em monocultivo.

É importante ressaltar também que, embora os efeitos da adubação do feijoeiro não tenham sido consistentes neste estudo, o desenvolvimento e a produtividade do cafeeiro podem ser comprometidos pela utilização, a longo prazo, de doses reduzidas ou pela ausência da adubação da leguminosa como cultura intercalar.

## 6 CONCLUSÕES

O aumento do número de linhas de feijoeiro eleva o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar ao cafeeiro, independentemente da dose de adubação, do tipo de lavoura e da safra cultivada, mas reduz o incremento no diâmetro do caule do cafeeiro em formação e a emissão de nós e o aumento no comprimento dos ramos plagiotrópicos, tanto no cafeeiro em formação quanto no recepado.

Em lavouras de café adensado (2m entre linhas), em formação ou renovação, é possível o uso de até duas linhas intercalares de feijoeiro. A partir de três linhas da leguminosa, há diminuição na emissão de nós nos ramos plagiotrópicos, o que é um forte indício de prejuízo às primeiras produções de café, pois é nesses nós que as gemas reprodutivas do cafeeiro se desenvolvem.

O emprego de adubação equivalente a até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar ao cafeeiro em formação ou renovação, bem como a quase totalidade das características avaliadas no cafeeiro.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p. 105-112, jan. 1994)

ALVAREZ V.,V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999.p 43-60.

ALVAREZ V.,V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.L. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999.p. 25-32.

ANDRADE, M.J.B. de. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Viçosa: UFV, 1998. Cap 4, p. 83-97.

ANDRADE, M.J.B. de; RAMALHO, M.A.P. Cultura do feijoeiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Curso de atualização técnica dos engenheiros agrônomos do Banco de Brasil, módulo sudeste*. Sete Lagoas, 1995. 97p.

ARAÚJO, G.A. de A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. *Revista Ceres*, Viçosa, v.14, n.236, p.442450, jul./ago. 1994.

BEGAZO, J.C.E.O. Considerações sobre o feijão como cultura consorciada do cafezal e mandiocal. In: *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, v10, n118, outubro 1984. p. 50-51.

CHAGAS, J.M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. de; LANA, R.M.Q.; RIBEIRO, A.C. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 306-307.

CHAVES, J.C.D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados e em formação. In: VI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Ribeirão Preto, 1978. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1978. p.125-127.

CHAVES, J.C.D. Estudos de culturas intercalares na formação de lavouras cafeeira. In: V Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Guarapari, 1977. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1977. p.55-57.(a).

CHAVES, J.C.D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: V Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Guarapari, 1977. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1977. p.62-64.(b).

CHAVES, J.C.D.; GARCIA, A.; ASSUMPÇÃO, L.C.; KRANZ, W.M.; COLASSANTE, O. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambú, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976, p. 173-175.

CULTIVAR de feijão Talismã. Sete Lagoas: UFLA/UFV/Embrapa/Epamig, 2002. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.

FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: Simpósio sobre fatores que afetam a produtividade do cafeeiro. Poços de Caldas. Anais...Piracicaba: Potafós, 1986. p. 275-278.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. Programa e Resumo... São Carlos: UFSCar, 2000.p.235.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 14 ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000. 467p.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V., 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.; OLIVEIRA, J.A.de. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p 289-302.

MARTINS, M.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; SILVA, O.A.; FIGUEIREDO, J.P. Seleção de sistemas de produção para o cultivo de feijão intercalar em cafezais. In: VIII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras Anais... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1980. p. 438-439.

MELLES, C.C.A.; GUIMARÃES, P.T.G.; NACIF, A.P.; SILVA, C.M. da; CARVALHO, M.M. de; ANDRADE, M.A. de. Efeito de culturas intercalares na formação do cafeeiro. In: VI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Resumos. Ribeirão Preto, 1978. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1978. p. 225-226.

MELLES, C.C.A.; GUIMARÃES, P.T.G.; NACIF, A.P.; SILVA, C.M. da; CARVALHO, M.M. de; ANDRADE, M.A. de. Efeito de culturas intercalares na formação do cafeeiro. In: VII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Resumos. Araxá, 1979. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1979. p. 174-175.

MELLES, C.C.A.; CHEBABI, M.A.A.; NACIF, A.P.; GUIMARÃES, P.T.G. Culturas intercalares em lavouras cafeeiras nas fases de formação e produção. In: XII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Trabalhos apresentados, Caxambu, 1985, Rio de Janeiro, IBC. 1985.p. 198-201.

MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica do cafeeiro. In: GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S. Cafeicultura. Lavras : Indi Gráfica Editora, 2002.39-99p.

RODRIGUES, J.R. de M.; ANDRADE, M.J.B. de; CARVALHO, J.G. de; MORAIS, A.R. de; REZENDE, P.M. de. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.6, p. 1218-1227, nov./dez., 2002.

SILVEIRA, P.M. da; DAMASCENO, M.A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.11, p. 1269-1276, nov. 1993.

SOUZA, A.B. de. **Populações de plantas, níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) num solo de baixa fertilidade.** Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000. 69p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: The Benjamin/Cummings, 1991, 566p. Growth and tropisms, p. 407-412.

TEIXEIRA, I.R.; ANDRADE, M.J.B. de; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R.; CORRÊA, J.B.D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.2, p. 399-408, abr./jun. 2000.

VIEIRA, C. & VIEIRA, R.F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designa-las. *Revista Ceres*. 1995. v.42. p. 685 –688.

## CAPÍTULO 4

### ESTUDO ECONÔMICO DE SISTEMAS DE CULTIVO INTERCALAR DO FEIJOEIRO-COMUM COM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) ADENSADO RECÉM-PLANTADO, EM FORMAÇÃO E RECEPADO

#### 1 RESUMO

Carvalho, Abner José de. Estudo econômico de sistemas de cultivo intercalar do feijoeiro-comum com cafeeiro (*coffea arabica* L.) adensado recém-plantado, em formação e recepado. In: \_\_\_ Desempenho técnico-econômico de sistemas intercalares do feijoeiro-comum em lavouras de café (*Coffea arabica* L.) adensado. 2005. p. 114-179. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>1</sup>.

Visando estudar o retorno econômico de sistemas de produção de feijão intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em formação ou renovação, foram conduzidos três experimentos de campo na Universidade Federal de Lavras, em um Latossolo Vermelho distroférico típico. Os experimentos foram conduzidos em três lavouras cafeeiras comerciais, sendo a primeira da cv. Catucaí recém-plantada, a segunda da cv. Topázio em formação e a terceira da cv. Acaiaí Cerrado em renovação após a recepa. Em todos os casos, a cultivar de feijoeiro foi a 'BRS-MG-Talismã'. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial  $4 \times 4 + 1$ , envolvendo quatro números de linhas de feijoeiro (uma, três, quatro e seis linhas intercalares no caso do cafeeiro recém-plantado e, uma, duas, três e quatro linhas intercalares nas lavouras em formação ou renovação) e quatro doses de adubação da leguminosa (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada), mais um tratamento adicional (o monocultivo do cafeeiro ou do feijoeiro). As variáveis consideradas para o estudo foram os custos totais e médios de produção do feijão, de formação ou renovação do cafezal e das suas somas, além da receita e lucro total do feijão, dos índices de cobertura dos custos operacionais totais e dos custos totais de formação ou renovação do cafeeiro pelo lucro do feijão e dos pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

Os resultados permitem concluir que o aumento do número de linhas de feijoeiro aumenta a receita e o lucro proporcionados pelo feijão e reduz os custos médios de produção do feijão, de formação ou renovação do cafeeiro e do consórcio e, ainda, os pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados. A cobertura dos custos operacionais e totais de formação ou renovação do cafeeiro pelo lucro do cultivo intercalar do feijoeiro também cresceu com o incremento do número de linhas intercalares. O aumento da dose de adubação do feijoeiro eleva os pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados e o custo de produção do feijão, sem aumento significativo da receita, independentemente do tipo de lavoura, além de reduzir o lucro obtido com o cultivo do feijoeiro intercalar e o percentual de cobertura dos custos operacionais e totais do cafeeiro em formação.

## CHAPTER 4

### **ECONOMIC STUDY OF SYSTEMS OF INTERCALARY CULTIVATION OF THE COMMON BEAN PLANT WITH THICKENED NEWLY PLANTED ESTABLISHING AND LOPPED COFFEE TREE (*Coffea arabica* L.)**

#### **2 ABSTRACT**

CARVALHO, Abner José de. Economic study of systems of intercalary cultivation of the common bean plant with thickened newly planted, establishing and lopped coffee tree (*Coffea arabica* L.). In: \_\_\_\_ **Technical-economic performance of intercalary systems of the common bean plant in thickened coffee crops (*Coffea arabica* L.)**. 2005. p. 114-179. Dissertation (master in crop science) – Federal University of Lavras, Lavras – MG<sup>1</sup>.

Aiming to study the economic return of systems of production of bean intercalated with the newly-planted coffee tree, three field experiments were conducted in the Federal University of Lavras on a typical dystroferric red Latosol. The experiments were conducted in three commercial coffee crops, the first one being of the cultivar Catucaí, newly planted, the second of the establishing cultivar Topázio and the third one of the in rejuvenating cultivar Acáia Cerrado after lopped. In all the cases, the bean cultivar was BRS-MG-Talismã. four doses of fertilization of the legume (0, 50, 100 and 150% of the fertilization recommended for the monocultivation), plus an additional treatment ( the monocultivation either of the coffee tree or bean plant). The experimental design was in randomized blocks with three replicates and 4 x 4 + 1 factorial scheme, involving four number of rows of bean plant (one, three, four and six intercalary rows in the case of the newly planted coffee tree and one, two, three and six intercalary rows in the establishing or rejuvenating crops) and four doses of fertilization of the legume (0, 50, 100 and 150% of the fertilization recommended), plus an additional treatment ( the monocultivation either of the coffee tree or bean plant). The variables considered for the study were total and average production costs of bean, establishing and rejuvenating of the coffee

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (adviser), Ricardo Pereira Reis – UFLA, Rubens José Guimarães – UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

plantation and its summations, in addition to the income and total profit of the bean, of the index of covering of the total operational costs and total costs of establishing or renewal of the coffee tree by the profit of the bean and of the residue and leveling off points of the production systems studied. The results allow to conclude that increase of the number of bean rows increase the income and profit provided by bean and reduces the average production costs of bean, establishment or renewal costs of the coffee tree and of the mixture and in addition, the residue and leveling off points of the systems studied. The covering of the total operational and establishing or rejuvenating costs of the coffee tree by the profit of the intercalary cultivation of the bean plant also increased with increment of the number of intercalary rows. The increase of the dose of fertilization of the bean plant raises residue and leveling off points of the systems of bean production studied, without increasing significantly the income, regardless the sort of crop, in addition to reducing the profit obtained from the intercalary bean cultivation and the percent of covering of the operational and total costs of the establishing coffee tree.

### 3 INTRODUÇÃO

A maioria dos estudos envolvendo culturas em sistemas de consórcio leva em consideração apenas a máxima produtividade física das culturas e o grau de utilização dos fatores de produção, ou mesmo de ocupação da terra, que proporcionam a maior produção por área. Entretanto, o conhecimento do retorno econômico da produção alcançada é de grande importância para se avaliar a viabilidade de utilização dos resultados obtidos pela pesquisa. Em estudos sobre o emprego de culturas consorciadas, além dos custos de produção e da renda alcançada com os produtos, pode-se considerar também a relação de preços entre as culturas estudadas, para se avaliar a viabilidade do sistema de cultivo consorciado em relação aos monocultivos.

A utilização de culturas intercalares na fase de formação ou renovação da lavoura cafeeira tem o aspecto peculiar da ausência de produção do cafeeiro, restando à cultura consorte a geração de renda para o agricultor nessas etapas. Nesse caso, a avaliação da viabilidade desse sistema de cultivo deve considerar, além da renda líquida proporcionada pela cultura intercalar, o desenvolvimento do cafeeiro em comparação ao seu monocultivo.

O uso de culturas intercalares aos cafezais representa, indubitavelmente, alternativa para a diminuição de riscos econômicos e uma melhor forma de utilização dos fatores de produção, quando comparado ao monocultivo do cafeeiro. Fernandes (1986) comenta que, embora possam haver restrições quanto ao uso de culturas intercalares, as mesmas favorecem economicamente o cafeicultor, diminuindo os custos de formação ou recuperação do cafezal.

A avaliação econômica do consórcio pode ser feita por meio da margem líquida, que é obtida pela renda bruta subtraída pelos custos operacionais ou, ainda, comparando-se o lucro, que é obtido pela renda bruta subtraída pelos custos totais de produção de cada tratamento, incluindo-se os custos alternativos.

Alguns autores (Chaves et al., 1976; Chaves, 1977 a e b) que conduziram estudos envolvendo culturas intercalares nas fases de formação ou renovação da lavoura cafeeira, verificaram que o feijão é uma das culturas que proporcionam maior retorno econômico, em comparação a outras. Trabalho conduzido em Mirai, MG, por Santinato et al. (1976), utilizando diferentes números de linhas de feijoeiro intercalares ao cafeeiro nos dois primeiros anos de formação, obteve retorno de investimento entre 17% e 26%, dependendo do número de fileiras da leguminosa. Os autores observaram, ainda, que o feijoeiro entre as linhas do cafeeiro não prejudicou a primeira produção de café, que ocorreu no 2º ano da lavoura, concluindo não ter havido efeito cumulativo dos dois anos de plantio de feijão intercalar. Da mesma forma, o cultivo intercalar do feijão proporcionou redução de 22,5% a 60% das capinas, o que contribuiu para diminuir o custo de formação da lavoura cafeeira.

O objetivo desse estudo foi, a partir dos indicadores econômicos do valor da produção e da estimativa dos custos envolvidos no sistema produtivo, determinar o número de linhas e a dose de adubação do feijoeiro intercalado ao cafezal que apresentaram melhor retorno econômico para custear a formação ou a renovação do cafeeiro, sem comprometer o seu desenvolvimento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização dos ensaios

Os experimentos foram conduzidos a campo no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em três talhões contíguos: um com cafeeiro recém-plantado (até 6 meses de idade, considerando o ciclo do feijão), outro com cafeeiro em formação (até 18 meses de idade) e, por último, um talhão com cafeeiro recepado para a renovação da lavoura (até 10 meses após a recepa).

No talhão recém-plantado, a cv. de cafeeiro foi a Catucaí, implantada no espaçamento adensado de 3m entre linhas e 0,60m entre plantas, em janeiro de 2004. Nos talhões com cafeeiro em formação e cafeeiro recepado, as cultivares foram, respectivamente, 'Topázio' e 'Acaiaí Cerrado', ambas implantadas no espaçamento adensado de 2m entre linhas e 0,60m entre plantas. O plantio do cafeeiro em formação ocorreu em fevereiro de 2003 e a recepa do cafeeiro em renovação em agosto do mesmo ano.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com 3 repetições em esquema fatorial  $4 \times 4 + 2$ , envolvendo quatro números de linhas de feijoeiro (uma, três, quatro e seis linhas intercalares no talhão com cafeeiro recém-plantado e uma, duas, três e quatro linhas intercalares nos outros dois talhões), quatro doses de adubação do feijoeiro (0%, 50%, 100% e 150% da adubação recomendada), mais dois tratamentos adicionais (os monocultivos de ambas as culturas).

As parcelas do café em monocultivo foram demarcadas nos mesmos talhões empregados para o cultivo intercalar e as do feijão em monocultivo foram instaladas em área contígua aos cafezais. Nos sistemas consorciados, independentemente do número de linhas de feijão, cada parcela abrangeu a área de duas ruas de café e contou com 6 metros de comprimento. Desse modo, em

cada parcela nos sistemas consorciados, a área total foi de 36 e 24 m<sup>2</sup> e a área útil de 18 e 12 m<sup>2</sup>, respectivamente, no talhão com espaçamento de 3m e nos talhões com espaçamento de 2m entre linhas. As parcelas com feijão solteiro tiveram área total de 24 m<sup>2</sup> e área útil de 12 m<sup>2</sup>.

O feijoeiro utilizado foi a cultivar BRS-MG Talismã, que apresenta grãos tipo carioca, crescimento indeterminado (tipo III), porte prostrado e ciclo médio de 85 dias (Cultivar, 2002). O feijoeiro foi plantado sempre no espaçamento de 0,50m entre linhas, com 15 sementes.m<sup>-1</sup>. Nos talhões com cafeeiro em formação ou recepado, o feijoeiro foi cultivado nas safras de primavera-verão ou plantio de primavera 2003-2004, e de verão-outono ou plantio de verão 2004, conforme classificação de Vieira & Vieira (1995) e doravante tratadas por safra das águas e safra da seca, respectivamente. Já no talhão com cafeeiro recém-plantado, o feijoeiro foi cultivado apenas na safra da seca de 2004. A semeadura da safra das águas ocorreu no mês de novembro de 2003, com colheita em fevereiro de 2004, enquanto na safra da seca o feijão foi semeado em março e colhido em junho de 2004.

O cafeeiro foi adubado de acordo com a recomendação oficial para o estado de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999), conforme já descrito nos capítulos 2 e 3 deste estudo.

A adubação de referência (100%) do feijoeiro foi a recomendada em Minas Gerais para o nível 2 de tecnologia (Ribeiro et al., 1999) e constou de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no plantio, mais 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Os fertilizantes foram distribuídos manualmente, em forma de filete contínuo no fundo do sulco (plantio) e lateralmente às plantas (em cobertura).

O manejo das plantas daninhas, em todos os talhões, foi realizado por meio de capinas manuais, exceto no feijoeiro semeado nos talhões com cafeeiro em formação ou recepado na safra da seca de 2004, na qual o controle das

plantas daninhas foi realizado com a aplicação direcionada dos herbicidas fomesafen + fluazifop-butil na dosagem de 1,0 litro do produto comercial “Robust” por hectare. No talhão com cafeeiro em formação, cerca de 45 dias após o plantio das mudas de café e após a primeira capina manual, também foi realizada uma aplicação do herbicida pré-emergente oxyfluorfen nas linhas de cafeeiro, na dose de 6 litros do produto comercial “Goal” por hectare. As capinas, tanto nos tratamentos consorciados quanto em monocultivo, foram realizadas conforme a necessidade, no cultivo solteiro do cafeeiro, as capinas foram realizadas sempre em área total.

As plantas de cafeeiro recepado, tanto nos tratamentos consorciados quanto no monocultivo do café, passaram por duas operações de desbrota, sendo a primeira realizada aproximadamente 90 dias após a recepa e a segunda, cerca de 60 dias mais tarde.

No feijoeiro, determinou-se o rendimento de grãos, o que não foi possível no cafeeiro, devido à pequena idade das plantas (nos talhões de café recém-plantado e em formação) ou ao curto espaço de tempo decorrido desde a poda (no talhão de café recepado). Para ambas as culturas, foram determinados alguns indicadores econômicos, conforme descrito a seguir.

#### **4.2 Indicadores econômicos**

A avaliação econômica deste estudo baseou-se na fundamentação teórica do custo de produção, que é definido como a soma dos recursos, insumos e serviços utilizados para produzir determinado produto, em certo período de tempo. Para a estimação dos custos de produção, considerou-se todo o processo e insumos envolvidos na atividade, mais o custo alternativo do uso dos recursos dentro do curto prazo.

As análises dos custos de produção e da rentabilidade se fundamentaram na metodologia apresentada por Reis (2002), na qual recursos são agrupados em função do tempo, classificados em curto e longo prazos. O curto prazo é definido como o tempo mínimo necessário para se completar o ciclo de produção ou uma safra, enquanto que, no longo prazo, a aplicação dos recursos tem duração maior que o período de uma safra ou ciclo. Assim, tem-se a classificação de custos fixos e variáveis. Alguns conceitos econômicos considerados no estudo são descritos a seguir.

- a) **custo fixo (CF):** correspondente aos recursos que não são assimilados totalmente pelo produto no curto prazo, considerando-se apenas parcela de sua vida útil, por meio de depreciação;
- b) **custo variável (CV):** referentes aos insumos que se incorporam totalmente ao produto no curto prazo, não podendo ser aproveitados (ou claramente aproveitados) para outra safra;
- c) **custo alternativo ou de oportunidade (C alt):** é o retorno que o capital utilizado na atividade agrícola estaria proporcionando se fosse aplicado em outras alternativas. É o custo do capital empregado na atividade;
- d) **custo operacional (C op):** é o custo de todos os recursos que exigem desembolso monetário por parte da atividade produtiva para sua recomposição, como gastos com insumos, mão-de-obra, manutenção e despesas gerais, incluindo as depreciações dos recursos fixos;
- e) **custos totais:** os custos totais representam a soma de todos os custos operacionais e alternativos. Dividem-se em custo total (CT), custos fixos totais (CFT) e variáveis totais (CVT);
- f) **custos médios:** o custo total médio (CTMe) é o custo total dividido pela quantidade (q) produzida. A estimativa dos custos fixos e variáveis médios é realizada de maneira semelhante;

- g) **receita média (RMe):** é o preço do produto acrescido, quando for o caso, do valor médio das vendas dos subprodutos;
- h) **lucro:** é a diferença entre receita e custos, podendo ser total, para toda a produção, ou médio, para cada unidade produzida;
- i) **resíduo:** comparação da receita média (ou preço) com os custos operacionais médios, tendo-se, assim, o conceito de resíduo ou margem líquida de cada unidade produtiva;
- j) **ponto de nivelamento (qn):** indica o nível de produção no qual a atividade produtiva teria seus custos totais iguais à receita total, obtendo-se, dessa forma, lucro normal. Calculado por meio da expressão:

$$qn = \frac{CFT}{RMe - CVMe} ,$$

em que:

- CFT: custo fixo total;
- RMe: receita média;
- CVMe: custo variável médio.

- k) **ponto de resíduo (qr):** indica o nível de produção, no qual a atividade produtiva teria seus custos operacionais totais iguais à receita total. Identifica o nível de produção acima do qual apresentam-se resíduos positivos.

$$qr = \frac{COPFT}{RMe - COPVMe}$$

em que:

- CopFT: custo operacional fixo total;
- RMe: receita média;
- CopVMe: custo operacional variável médio.

### **4.3 Metodologia de cálculos e operacionalização das variáveis**

Tanto os preços dos insumos e serviços quanto o do feijão foram coletados na base de dados do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras, ou por meio de consulta direta ao mercado da região. Todos os preços considerados para a análise econômica correspondem ao mês de dezembro de 2004 e referem-se aos preços pagos, no caso dos insumos e serviços, e aos preços recebidos pelos produtores, no caso do feijão.

#### **a) Custos operacionais**

Os custos operacionais envolvidos nos sistemas de produção ou tratamentos considerados no estudo foram estimados por meio do preço e da quantidade utilizada de cada fator empregado no processo produtivo. Todos os custos foram calculados com base na área de um hectare, independentemente do tipo de lavoura ou do tratamento experimental.

As quantidades de unidades de cada insumo ou serviço envolvidos nos sistemas de produção serão designadas, doravante, coeficientes técnicos e foram estimadas a partir de dados coletados das observações de campo durante a condução do trabalho ou de informações de alguns autores (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al., 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981 e 1982; Silva, 1995) adaptadas para as situações dos ensaios.

O aluguel da terra que, no caso do consórcio ou do monocultivo do cafeeiro, integrou os custos de formação ou renovação do cafezal e que, no monocultivo do feijoeiro, fez parte da composição dos custos de produção do feijão, foi considerado como custo fixo na análise econômica. O valor do aluguel da terra foi coletado nas bases de dados do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (DAE/UFLA) e correspondeu a R\$ 22,28 ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Como já definido, os custos dos outros insumos e serviços

utilizados nos sistemas de produção foram considerados como custos variáveis, inclusive o custo do uso de máquinas e equipamentos, que corresponderam ao valor de aluguel dos mesmos.

- **Custos operacionais de formação ou renovação do cafeeiro**

Os custos operacionais totais de formação ou renovação do cafeeiro foram estimados por meio da soma de todos os gastos com recursos que exigiram desembolso monetário, inclusive o aluguel da terra, para a formação ou renovação do cafezal.

Os custos operacionais totais de formação do cafeeiro (CopTFC), tanto para o cafeeiro recém-plantado quanto para o em formação, foram calculados pela soma de todos os gastos com insumos e serviços realizados desde o preparo do solo e plantio das mudas, até que as plantas atingissem 6 e 18 meses de idade, respectivamente. Já para o cafeeiro recepado, foram calculados os custos operacionais totais de renovação do cafeeiro (CopTRC) a partir da soma de todos os gastos efetuados com serviços e insumos desde a recepa da lavoura, incluindo o custo da própria operação de recepa, até 10 meses após a poda.

Os preços e coeficientes técnicos do aluguel da terra, dos insumos e serviços gastos na formação ou renovação do cafeeiro são apresentados nas Tabelas 6A e 7A do Anexo.

- **Custos operacionais de produção do feijão**

Os custos operacionais totais de produção do feijão (CopTFe) corresponderam à soma de todos os gastos com insumos e serviços efetuados para a implantação e condução da cultura do feijoeiro, seja em monocultivo ou em cultivo intercalar.

O feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação ou recepado foi cultivado nas safras das águas e da seca. Nesses casos, os custos operacionais totais de produção do feijão, tanto em monocultivo quanto intercalado, foram

estimados a partir da soma dos respectivos valores obtidos em cada safra, conforme apresentado na expressão a seguir:

$$CopTFe = CopTFe S1 + CopTFe S2$$

em que:

- CopTFe: custos operacionais totais de produção do feijão (R\$.ha<sup>-1</sup>);
- CopTFe S1: CopTFe na safra 1(águas) (R\$.ha<sup>-1</sup>);
- CopTFe S2: CopTFe na safra 2 (seca) (R\$.ha<sup>-1</sup>).

Como feijoeiro consorciado ao cafeeiro recém-plantado foi cultivado apenas na safra da seca, os custos operacionais totais de produção do feijão corresponderam a todos os gastos com insumos e serviços empregados para a produção de feijão naquela safra.

Os coeficientes técnicos dos insumos e serviços variaram entre os tratamentos experimentais, em função do número de linhas e da dose de adubação do feijoeiro. No caso das sementes de feijão, a quantidade utilizada em cada tratamento foi estimada tomando-se como base o gasto de 60 quilos de sementes por hectare de feijão em monocultivo. Já a quantidade de adubo no plantio foi estimada a partir do gasto de 180 kg.ha<sup>-1</sup> da mistura NPK utilizada para a adubação de referência (100%), enquanto que, em cobertura, a adubação de referência equivaleu a 66 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia.

Os coeficientes técnicos e os preços dos insumos e serviços empregados na produção do feijão são apresentados nas Tabelas 2A, 3A, 4A e 5A do Anexo.

#### **b) Custos alternativos**

Os custos alternativos ou de oportunidade foram estimados a partir da taxa média de juros do mercado financeiro, fixada em 12% ao ano. No caso do cafeeiro, os custos alternativos da formação ou renovação da lavoura foram calculados pela multiplicação da taxa de juros, ajustada para o período de

duração de cada ensaio, pela metade do valor dos custos operacionais totais, uma vez que os recursos foram sendo aplicados ao longo da condução dos cultivos. O período considerado para a estimativa dos custos alternativos foi de seis meses para o cafeeiro recém-plantado, dezoito meses para o cafeeiro em formação e dez meses para o cafeeiro recepado. As expressões utilizadas para o cálculo dos custos alternativos de formação ou renovação do cafeeiro são descritas a seguir:

- Cafeeiro recém-plantado:  $CaltFC = \frac{CopTFC}{2} \times taxa\ de\ juros\ (6\%),$
- Cafeeiro em formação:  $CaltFC = \frac{CopTFC}{2} \times taxa\ de\ juros\ (18\%),$
- Cafeeiro recepado:  $CaltRC = \frac{CopTRC}{2} \times taxa\ de\ juros\ (10\%),$

em que:

- CalTFC : custo alternativo de formação do cafeeiro;
- CalTRC: custo alternativo de renovação do cafeeiro;
- CopTFC: custos operacionais totais de formação do cafeeiro;
- CopTRC: custos operacionais totais de renovação do cafeeiro.

No caso do feijoeiro, tanto para o monocultivo quanto para o cultivo intercalar, os custos alternativos foram estimados com base na metade dos custos operacionais de produção do feijão multiplicada pela taxa de juros de 12% ao ano, adequada para um período de três meses de duração para cada safra.

### c) Custos totais

Os custos totais foram estimados a partir da soma dos custos operacionais e custos alternativos. Assim, foram considerados nessa análise os seguintes custos totais:

- custos totais de formação (CTFC) ou renovação (CTRC) do cafeeiro: corresponderam à soma dos custos operacionais totais e custos alternativos de formação ou renovação do cafeeiro, em cada tipo de lavoura;

- custos totais de produção do feijão (CTFe): foram estimados pela soma dos custos operacionais totais e custos alternativos de produção do feijão. Nos talhões com cafeeiro em formação ou recepado, tanto para o consórcio quanto para o monocultivo do feijoeiro, os custos totais de produção do feijão corresponderam à soma dos valores obtidos nas duas safras cultivadas;
- custos totais dos cultivos (CT): foram considerados como o resultado da soma entre os custos totais de formação ou renovação do cafeeiro e os custos totais de produção do feijão, em cada ensaio separadamente.

#### **d) Custos médios**

Os custos médios foram estimados pela divisão dos custos totais pela quantidade (q) de feijão produzido em cada sistema de produção ou tratamento de cada ensaio. Desse modo, foram considerados neste estudo os seguintes custos médios:

- custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe): estimados pela divisão dos custos totais de produção do feijão pela quantidade (q) produzida. Representa o custo de cada saca de feijão produzida, seja em cultivo intercalar ou em monocultivo;
- custos totais médios de formação (CTMeFC) ou renovação (CTMeRC) do cafeeiro: calculados a partir dos custos totais de formação ou renovação do cafeeiro, divididos pela quantidade de feijão produzida. Representa o valor a ser custeado por cada saca de feijão para a formação ou renovação do cafezal;
- custos totais médios dos cultivos (CTMe): resultado da divisão dos custos totais dos cultivos pela quantidade produzida. Representa o valor total, incluindo-se os custos referentes ao cafeeiro e ao feijoeiro, a ser custeado por cada saca de feijão produzida.

#### e) Receita

A única fonte de renda dos sistemas de produção considerados neste estudo foi a produção do feijão. A receita média (RMe), que correspondeu ao preço da saca de 60 kg de feijão, foi de R\$ 86,25. A receita total (RT) foi estimada por meio da multiplicação da quantidade produzida em um hectare de cada tratamento pelo preço do feijão.

#### f) Lucro

O lucro total obtido com o cultivo do feijoeiro (LFe) foi calculado a partir da receita total (RT) subtraída dos custos totais de produção do feijão (CTFe) em cada situação.

#### g) Cobertura dos custos de formação ou renovação do cafeeiro

A eficiência de cada tratamento experimental, tanto na redução dos custos de formação ou renovação do cafeeiro quanto na geração de lucro econômico, pode ser estudada por meio da porcentagem dos custos de formação ou renovação do cafeeiro que o lucro do feijão produzido em cada tratamento conseguiu custear.

No caso do cafeeiro recém-plantado e do cafeeiro em formação, o percentual de cobertura dos custos operacionais totais (Cob CopTFC) ou dos custos totais (Cob CTFC) de formação do cafeeiro foram estimados a partir das seguintes expressões:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Cob CopTFC} &= \frac{L \text{ Fe}}{\text{CopTFC}} \times 100, \\ \bullet \text{ Cob CTFC} &= \frac{L \text{ Fe}}{\text{CTFC}} \times 100, \end{aligned}$$

em que:

- Cob CopTFC: cobertura dos custos operacionais totais de formação do cafeeiro (%);

- Cob CTFC: cobertura dos custos totais de formação do cafeeiro (%);
- L Fe: lucro obtido pelo cultivo do feijão em cada ensaio (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- CopTFC e CTFC: respectivamente, custos operacionais totais e custos totais de formação do cafeeiro (R\$ ha<sup>-1</sup>).

Para o cafeeiro recepado, os cálculos do percentual (ou índice) de cobertura dos custos de renovação do cafeeiro seguiram o mesmo modelo, porém, substituindo-se formação por renovação.

O índice de cobertura representa quanto dos gastos efetuados para a formação ou renovação da lavoura cafeeira foi pago pelo lucro obtido com o cultivo do feijoeiro.

#### **h) Pontos de resíduo e nivelamento**

As expressões matemáticas que dão origem aos pontos de resíduo e nivelamento foram adaptadas neste estudo com a finalidade de se estimar a produção de feijão necessária para se igualar a receita total ao custo total, considerando-se tanto o custo de formação ou renovação do cafeeiro, quanto o custo médio de produção de feijão em cada situação estudada.

A eficiência econômica dos sistemas de produção em consórcio, e desses em comparação aos monocultivos, também pode ser avaliada por meio dos pontos de resíduo e nivelamento obtidos por cada tratamento experimental. No caso do ponto de nivelamento (qn), a influência dos fatores estudados sobre a redução dos custos de formação ou renovação do cafeeiro está representada no numerador da expressão. A eficiência econômica de cada tratamento na produção de feijão é considerada no custo total médio de produção. Subtraindo-se o preço da saca de feijão pelo custo médio da saca, tem-se o lucro médio obtido por cada saca de feijão produzida em cada tratamento estudado. Dividindo-se o custo total de formação ou renovação do cafeeiro pelo lucro médio de cada saca de feijão, obtém-se a produção necessária para que a receita

total se iguale ao custo total, ou seja, a produção necessária para que a receita do feijão custeie a formação ou renovação do cafeeiro.

As expressões adaptadas utilizadas para o estudo foram as seguintes:

$$qr = \frac{CopTFC}{RMe - CopMeFe} \quad e \quad qn = \frac{CTFC}{RMe - CMeFe}$$

em que:

- qr: ponto de resíduo (sacas.ha<sup>-1</sup>);
- qn: ponto de nivelamento (sacas.ha<sup>-1</sup>);
- CopTFC: custos operacionais totais de formação do cafeeiro (R\$.ha<sup>-1</sup>);
- CTFC: custos totais de formação do cafeeiro (R\$.ha<sup>-1</sup>);
- RMe: receita média ou preço do feijão (R\$.saca<sup>-1</sup>);
- CopMeFe e CMeFe: respectivamente, custos operacionais totais médios e custos totais médios de produção do feijão (R\$.saca<sup>-1</sup>).

Uma vez que o aumento do valor do ponto de nivelamento depende de maiores valores do custo de formação do cafeeiro ou do custo médio de produção de feijão, quanto maior for o seu valor, menor será a eficiência econômica do sistema de produção, e vice-versa.

Por analogia, as mesmas observações valem para o ponto de resíduo. Entretanto, as interpretações devem ser feitas com base nos custos operacionais, em vez de custos totais e utilizando o conceito de margem líquida em vez de lucro.

#### 4.4 Análise estatística dos dados econômicos

Para a análise estatística foram considerados os dados referentes aos custos totais médios de produção de feijão, custos totais médios de formação ou renovação do cafeeiro, custos totais médios dos cultivos, receita e lucro total do feijão, índice de cobertura dos custos operacionais totais e custos totais de

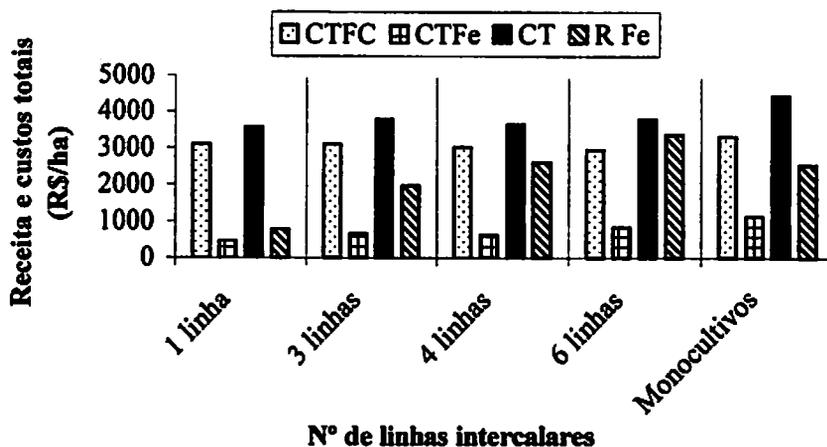
formação ou renovação do cafeeiro, ponto de nivelamento e ponto de resíduo dos sistemas de produção.

Os dados foram submetidos à análise de variância, conforme Gomes (2000), utilizando-se o pacote computacional Sisvar (Ferreira, 2000). As médias do tratamento adicional e do fatorial foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No caso de significância das fontes de variação número de linhas ou adubação, os efeitos foram estudados por meio de regressão, selecionando-se o modelo adequado para expressá-los por meio da significância do modelo e do valor do  $R^2$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Cafeeiro recém-plantado

Os custos totais de produção do feijoeiro, de formação do cafeeiro até os seis meses de idade e do custo total de ambas as culturas, seja em consórcio ou em monocultivo, além da receita obtida pela produção de feijão, em função do número de linhas intercalares, estão representados na Figura 1. Verifica-se que o custo total de produção do feijão cresceu na medida em que aumentou o número de linhas intercalares de feijoeiro, como já era esperado. Entretanto, o custo total de formação do cafeeiro apresentou ligeira redução com o incremento do número de linhas de feijoeiro, devido à diminuição das capinas do cafezal pela maior ocupação da área com o feijoeiro.



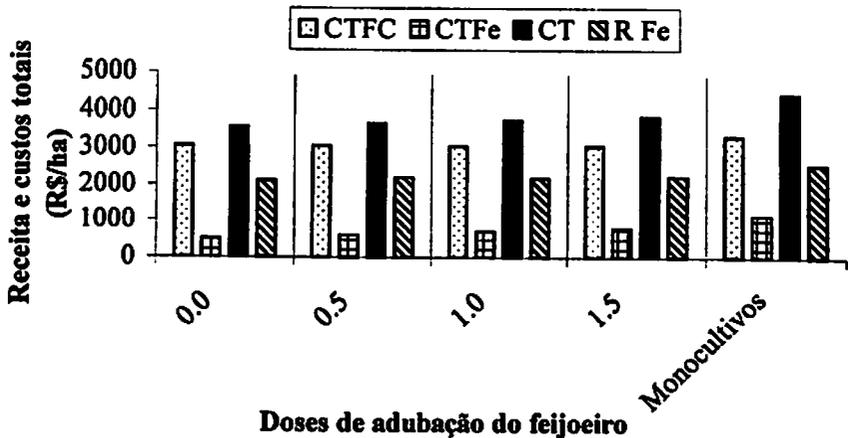
**FIGURA 1.** Custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (RFe), em função do número de linhas de feijoeiro intercalares ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A diminuição de capinas nos cafezais pelo aumento do número de linhas intercalares de feijoeiro já havia sido relatada por alguns autores. Santinato et al.

(1976 e 1977 a), estudando o uso do feijoeiro como cultura intercalar de cafezal em formação, verificaram que houve redução dos serviços de capinas de 22,5% a 60,0 %, dependendo do número de linhas da leguminosa e do espaço entre a primeira linha de feijoeiro e a linha do cafeeiro. Santinato et al. (1977 b), por outro lado, observaram que a quantidade de capinas do cafezal em formação diminuiu de 15% a 45% em função do aumento do espaçamento entre as plantas de batata-inglesa e a linha de cafeeiro.

O custo total do consórcio, obtido pela soma dos custos totais do cafeeiro e do feijoeiro, não apresentou grandes variações, em função do número de linhas utilizadas. No entanto, a receita total obtida com a produção do feijão aumentou com o incremento do número de linhas intercalares de feijoeiro. Pode-se observar, ainda, que o custo total dos monocultivos, tanto do cafeeiro quanto do feijoeiro, foi maior que o verificado no sistema de cultivo consorciado. A maior necessidade de mão-de-obra para a realização das capinas em área total no caso do cafeeiro e o valor do aluguel da terra, considerado no custo do feijão em monocultivo, certamente contribuíram para que tal fato ocorresse.

A Figura 2 apresenta o comportamento dos custos totais de formação do cafeeiro até os seis meses de idade, custos totais de produção de feijão e custos totais do cultivo de ambas as culturas, seja em monocultivo ou em consórcio, além da receita obtida pela produção de feijão, em função das doses de adubação utilizadas para a leguminosa. Pode-se observar que o custo total de produção do feijão cresceu com o incremento da adubação do feijoeiro. Todavia, o custo de formação do cafeeiro não apresentou nenhuma variação em função da adubação do feijoeiro. Conseqüentemente, o custo total do consórcio também aumentou com o incremento da adubação do feijoeiro. O aumento no custo de produção do feijão com o incremento da adubação, entretanto, não se traduziu em aumento da receita total obtida pela produção de feijão. Este resultado, entretanto, deve ser analisado com cautela, em face da boa fertilidade original do solo.



**FIGURA 2.** Custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (RFe), em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se, respectivamente, o resumo da análise de variância e os valores médios dos dados relativos aos custos médios de produção do feijão, custos médios de formação do cafeeiro até os seis meses de idade, custos médios do cultivo de ambas as culturas, em monocultivo ou consórcio, receita e lucro obtidos com o cultivo do feijoeiro na safra da seca de 2004, percentual de cobertura dos custos operacionais totais e custos totais de formação do cafeeiro pelo lucro alcançado com o feijoeiro e, ainda, os pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção considerados no estudo.

**TABELA 1.** Análise de variância dos dados relativos aos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de formação do cafeeiro (CTMeFC) e do consórcio (CTMeC), receita e lucro total do feijão, percentual de cobertura dos custos operacionais totais (CopTFC) e custos totais (CTFC) de formação do cafeeiro, pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção do feijoeiro comum consorciado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de Variação	GL	CTMeFe	CTMeFC	CTMeC	Receita do feijão	Lucro do feijão	Cobertura CopTFC	Cobertura CTFC	Ponto de resíduo	Ponto de nivela <sup>o</sup>
Bloco	2	25,57ns	783,49ns	1090,51ns	177830,07ns	175048,47ns	221,98ns	205,23ns	168,90ns	207,10ns
Tratamento	16	484,90**	33808,42**	41643,35**	2687341,78**	1999253,13**	2477,64**	2340,79**	1098,48**	1281,99**
Nºlinhas (NL)	3	2252,67**	175782,05**	217437,82**	14100491,73**	10504185,18**	13009,04**	12263,64**	4978,02**	5792,42**
Adubação (A)	3	245,85**	449,84ns	848,69ns	29371,56ns	75707,44ns	87,46ns	82,44ns	418,47**	491,26**
NL x A	9	10,28ns	514,38ns	659,18ns	28084,12ns	21045,62ns	24,95ns	23,53ns	126,40ns	155,02ns
Cons x monoc	1	170,35**	7609,65**	5501,56*	355121,47ns	58961,61ns	128,17ns	202,58ns	248,52ns	265,58ns
Resíduo	32	20,86	810,01	1086,34	115013,18	115756,75	135,79	128,22	85,70	103,76
CV (%)		14,50	17,58	17,04	15,40	22,43	22,56	22,58	15,88	16,74

\*\* , \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Pode-se observar, inicialmente, na Tabela 1, que a precisão experimental pode ser considerada adequada, já que o coeficiente de variação máximo foi de 22,58%. A fonte de variação número de linhas (NL) se mostrou significativa para todas as variáveis analisadas, enquanto as doses de adubação do feijoeiro (A) influenciaram significativamente apenas o custo médio de produção do feijão, além dos pontos de resíduo e nivelamento. A interação número de linhas (NL) x adubação (A) não apresentou significância para nenhuma das variáveis. Já o contraste entre a média dos monocultivos e dos tratamentos consorciados se mostrou significativo apenas em relação ao custo médio de produção do feijão, de formação do cafeeiro e do sistema consorciado.

O custo médio de produção do feijão em cultivo intercalar foi cerca de 20% menor que o custo médio do feijão produzido em monocultivo, provavelmente em função da maior dose de adubo destinado ao feijoeiro em cultivo solteiro. Outro fator que certamente contribuiu para o maior custo médio do feijão produzido em monocultivo foi o custo de aluguel da terra que, no cultivo intercalar, fez parte dos custos de formação do cafeeiro. Entretanto, a ausência de diferenças significativas entre as médias da receita obtida pelo feijão em monocultivo e em cultivo intercalar parece ter sido o fator mais importante para que o custo médio do feijão fosse menor no sistema consorciado (Tabela 2).

Já o custo médio de formação do cafeeiro, que representa o valor custeado por cada saca de feijão produzida, para a formação do cafeeiro, foi cerca de 32% menor no sistema de monocultivos em relação à média dos tratamentos consorciados. O custo total médio dos cultivos (feijoeiro + cafeeiro) foi cerca de 23% mais barato nos monocultivos, quando comparados à média do consórcio (Tabela 2). A maior quantidade de feijão produzido em cultivo solteiro, certamente, é um dos fatores que mais contribuíram para que tanto o custo total médio dos cultivos quanto o custo médio de formação do cafeeiro fossem menores nos respectivos monocultivos.

**TABELA 2.** Valores médios dos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de formação do cafeeiro (CTMeFC) e do consórcio (CTMeC) (R\$/saca de feijão), receita (R Fe) e lucro total do feijão (L Fe) (R\$/ha), cobertura dos custos operacionais totais (cob CopTFC) e custos totais de formação do cafeeiro (cob CTFC) (%), pontos de resíduo (qr) e nivelamento (qn) (sacas/ha) dos sistemas de produção do feijoeiro comum consorciado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

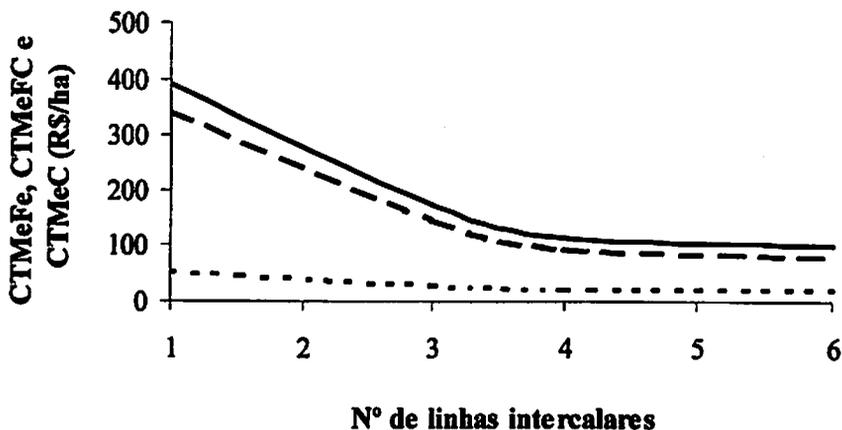
Fatores	CTMeFe	CTMeFC	CTMeC	R Fe *	L Fe *	cob CopTFC *	cob CTFC *	qr *	Qn *
<b>Nº de linhas</b>									
1 linha	50,75	342,61	393,38	798,39	338,65	11,22	10,89	87,69	92,61
3 linhas	29,99	137,76	167,75	1960,51	1284,16	42,55	41,31	53,51	55,56
4 linhas	21,29	101,93	123,22	2610,89	1974,9	67,23	65,27	45,19	46,78
6 linhas	22,17	77,36	99,53	3355,77	2503,88	87,62	85,07	44,62	46,2
<b>Dose adubação</b>									
0,0	25,65	163,99	189,67	2114,62	1603,16	54,78	53,19	50,81	52,78
0,5	29,02	161,74	190,76	2193,29	1581,17	54,05	52,47	54,98	57,28
1,0	34,23	173,79	208,01	2183,94	1479,27	50,66	49,18	63,47	66,56
1,5	35,3	160,15	195,45	2233,71	1437,98	49,13	47,7	61,75	64,54
Consórcio	31,04 a	164,92 b	195,97 b	2181,39	1525,39	52,15	50,64	57,75	60,29
Monocultivo	38,82 b	113,00 a	151,83 a	2536,03	1380,89	43,43	42,17	67,14	69,99
Média geral	31,5	161,86	193,37	2202,25	1516,89	51,66	50,14	58,31	60,86

<sup>1</sup> Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Médias das duas safras somadas.

Entre os tratamentos consorciados, o aumento do número de linhas intercalares se traduziu em redução dos custos totais médios de produção do feijoeiro, de formação do cafeeiro e do consórcio (Figura 3).

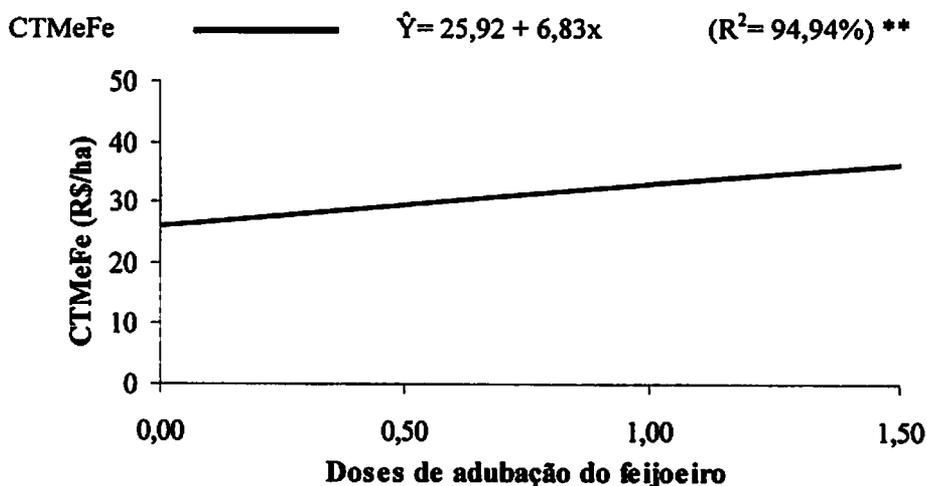
CTMeC	—————	$\hat{Y} = 551,20 - 176,02x + 16,83x^2$	$(R^2 = 99,82\%)$ **
CTMeFC	- - - - -	$\hat{Y} = 483,48 - 157,55x + 15,02x^2$	$(R^2 = 99,68\%)$ **
CTMeFe	- - - - -	$\hat{Y} = 67,68 - 18,45x + 1,80x^2$	$(R^2 = 99,24\%)$ **



**FIGURA 3.** Custos totais médios de produção do feijão, de formação do cafeeiro e do consórcio em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O incremento da produtividade e, conseqüentemente, da receita do feijão, com certeza contribuiu para que o custo médio de produção de cada saca de feijão diminuísse com o aumento da densidade populacional de plantas. No caso dos custos médios de formação do cafeeiro e do consórcio, além do aumento da receita, a redução dos custos totais com o incremento do número de linhas intercalares também contribuiu para redução dos respectivos custos.

O aumento da adubação do feijoeiro provocou acréscimo no custo médio de produção do feijão, indicando que a resposta econômica da leguminosa a esta prática nas doses estudadas não foi satisfatória (Figura 4).

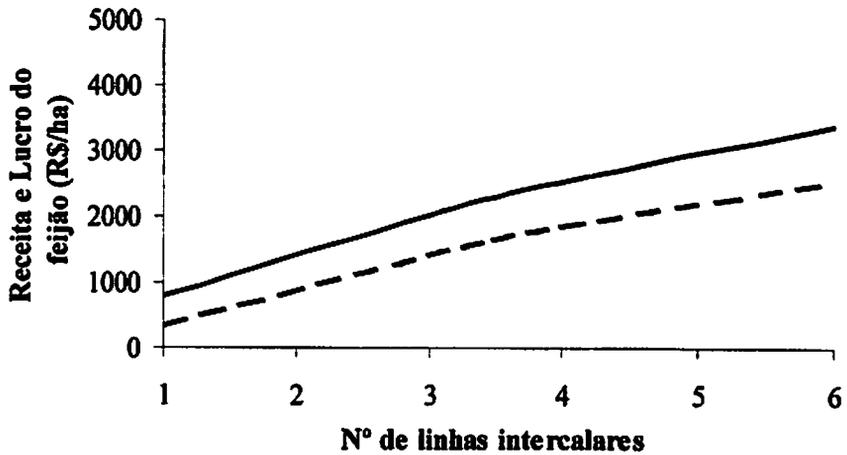


**FIGURA 4.** Custo total médio de produção do feijão em função do nível de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

À medida que aumentou o número de linhas de feijoeiro intercalares ao cafezal, tanto a receita quanto o lucro obtido com o cultivo da leguminosa cresceram, independentemente da dose de adubação utilizada, obedecendo a um modelo de regressão quadrática (Figura 5).

Estes resultados concordam com os obtidos por outros autores. Santinato et al. (1976) verificaram que a receita e a renda bruta do feijão produzido em consórcio com o cafeeiro em formação cresceram com o incremento do número de linhas intercalares. Do mesmo modo, Santinato et al. (1977 a), estudando aspectos técnico-econômicos do cultivo do feijoeiro intercalado ao cafeeiro nos três primeiros anos de formação do cafezal, também verificaram que tanto a receita quanto a margem líquida obtidas pela produção de feijão aumentaram com o incremento do número de linhas de feijoeiro.

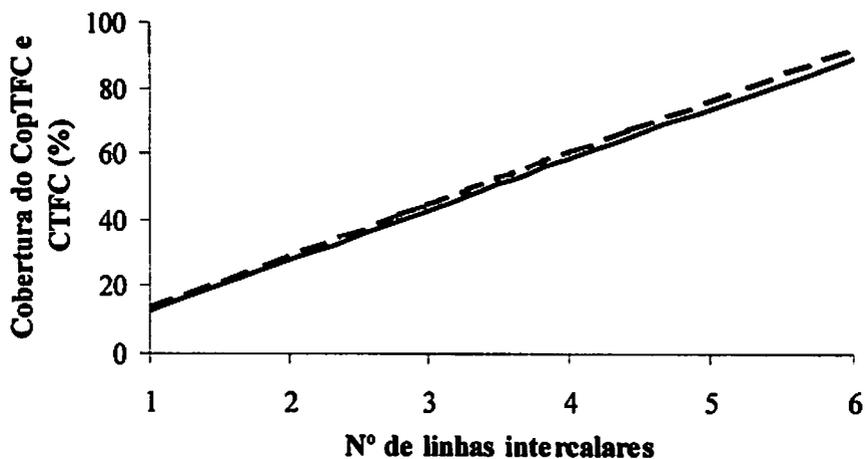
Receita	—————	$\hat{Y} = 59,59 + 760,21x - 34,77x^2$	$(R^2 = 99,74\%)^{**}$
Lucro	- - - - -	$\hat{Y} = -337,35 + 685,93x - 34,71x^2$	$(R^2 = 98,78\%)^{**}$



**FIGURA 5.** Receita e lucro totais obtidos em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O aumento do número de linhas intercalares refletiu em aumento linear no percentual de cobertura, tanto dos custos operacionais totais quanto dos custos totais de formação do cafeeiro, por meio do lucro obtido com o feijão produzido em cultivo intercalar (Figura 6). O crescimento do lucro total do feijão e a redução dos custos de formação do cafeeiro com o incremento do número de linhas intercalares podem explicar o comportamento de ambos os indicadores.

Cobertura CTFC	—————	$\hat{Y} = -2,51 + 15,18x$	$(R^2 = 97,78\%)^{**}$
Cobertura CopTFC	- - - - -	$\hat{Y} = -2,58 + 15,64x$	$(R^2 = 97,78\%)^{**}$

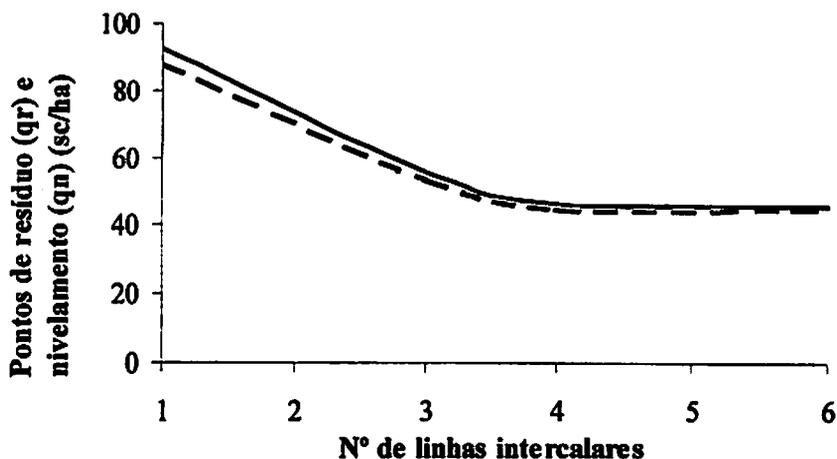


**FIGURA 6.** Cobertura dos custos operacionais totais (CopTFC) e custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tanto o ponto de resíduo ( $qr$ ) quanto o ponto de nivelamento ( $qn$ ) dos sistemas de produção consorciados diminuíram na medida em que se elevou o número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafezal, indicando que a produção necessária para igualar a receita total ao custo total decresceu de forma quadrática com o incremento do número de linhas intercalares (Figura 7).

O ponto de nivelamento foi de, aproximadamente, 90 e 45 sacas  $ha^{-1}$ , respectivamente para uma e seis linhas intercalares de feijoeiro (Tabela 2). O comportamento dos pontos de nivelamento e resíduo pode ser melhor compreendido por meio das expressões matemáticas utilizadas para o cálculo de ambos. Considerando-se que o preço do produto foi mantido constante, a diminuição dos pontos de nivelamento e resíduo pode ser explicada pela diminuição dos custos de formação do cafeeiro ou pela redução do custo médio de produção do feijão com o aumento do número de linhas.

Ponto de nivelamento —  $\hat{Y} = 120,06 - 30,54x + 3,04x^2$  ( $R^2 = 99,99\%$ ) \*\*  
 Ponto de resíduo — — —  $\hat{Y} = 113,07 - 28,21x + 2,80x^2$  ( $R^2 = 100,00\%$ ) \*\*

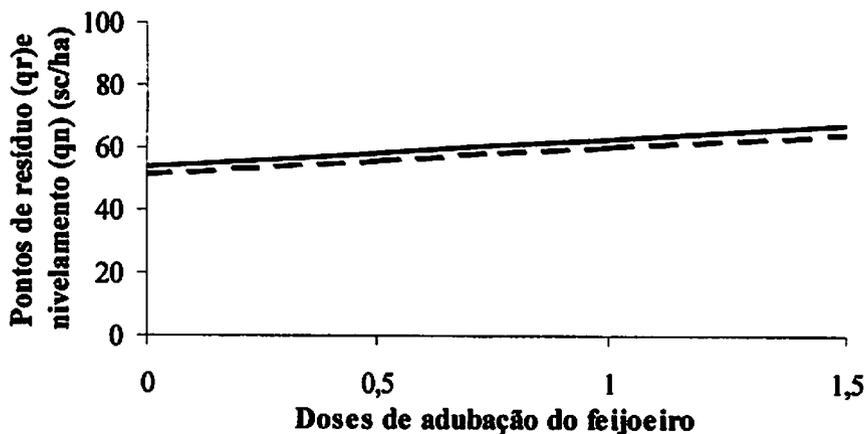


**FIGURA 7.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro consorciado com o cafeeiro recém-plantado, em função do número de linhas intercalares. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O incremento da adubação do feijoeiro, por sua vez, provocou aumento linear tanto do ponto de resíduo quanto do ponto de nivelamento, mostrando que quanto maior a quantidade de adubo utilizada, maior o custo total de produção do feijão e maior a quantidade produzida necessária para equiparar o custo total à receita total (Figura 8).

A diferença entre os pontos de nivelamento e resíduo representa o custo alternativo e a proximidade desses dois indicadores deve-se ao pequeno valor dos custos alternativos em relação aos custos operacionais. Como o custo de formação do cafeeiro não variou em função da adubação do feijoeiro, o crescimento tanto do ponto de resíduo quanto do ponto de nivelamento pode ser explicado pela ausência de resposta da receita do feijão ao aumento da adubação do feijoeiro.

Ponto de nivelamento (qn) ———  $\hat{Y} = 53,61 + 8,91x$  ( $R^2 = 80,87\%$ ) \*\*  
 Ponto de resíduo (qr) - - - -  $\hat{Y} = 51,56 + 8,26x$  ( $R^2 = 81,59\%$ ) \*\*



**FIGURA 8.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recém-plantado, em função da dose de adubação do feijoeiro. Safra da seca. UFLA. Lavras, MG, 2004.

Entretanto, esse resultado deve ser interpretado com cuidado, pois mesmo que o uso de menores doses ou a ausência da adubação represente vantagem econômica num primeiro momento, os seus efeitos sobre a fertilidade do solo a longo prazo podem levar a condições inadequadas para boas produtividades no futuro, o que poderá se traduzir também em prejuízo econômico.

Os efeitos do número de linhas de feijoeiro sobre o desenvolvimento do cafeeiro recém-plantado foram considerados no Capítulo 2 desse mesmo estudo. Naquele capítulo observou-se que o incremento do número de linhas intercalares da leguminosa reduziu o crescimento em diâmetro do caule do cafeeiro, enquanto o incremento da adubação do feijoeiro a até 150% da dose recomendada em monocultivo não influenciou o rendimento de grãos da leguminosa intercalada ao cafezal, mas contribuiu para diminuir a mortalidade do cafeeiro recém-plantado.

É importante lembrar, ainda, que todos os resultados apresentados neste trabalho para o consórcio do feijoeiro com o cafeeiro recém-plantado são condizentes para as condições em que os ensaios foram conduzidos e que muitos outros fatores, além dos estudados no presente trabalho, podem estar relacionados com as situações consideradas.

Embora a análise econômica retrate a situação no momento de realização do estudo, já que todos os preços são fixados na mesma data, a atualização das análises depende apenas das adequações dos preços às variações do mercado em função da região e da data. Se, por exemplo, essa análise fosse realizada com o preço máximo (R\$ 126,00/saca) ou mínimo (R\$ 52,00/saca) observados para o feijão durante o período do ensaio, todas as variáveis relacionadas com o preço do produto sofreriam variações importantes, porém, os custos totais e médios permaneceriam constantes.

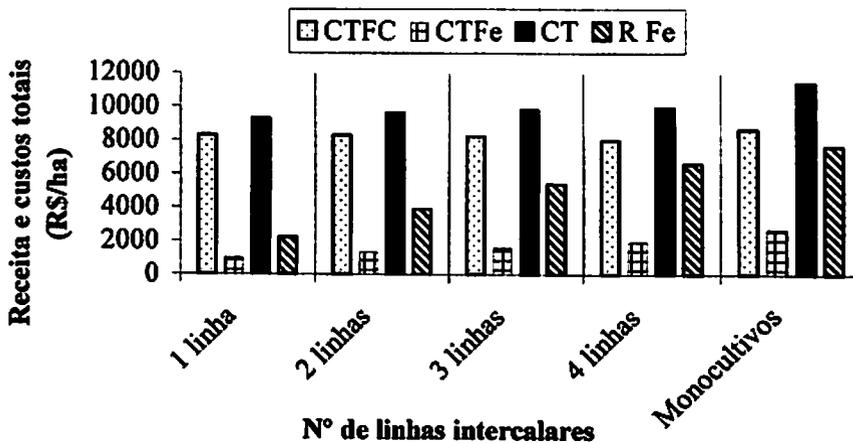
## **5.2 Cafeeiro em formação**

O gráfico da Figura 9 apresenta o comportamento dos custos totais do feijoeiro, de formação do cafeeiro até os dezoito meses de idade e do custo total de ambos os cultivos, em consórcio ou monocultivo, além da receita obtida pela produção de feijão, em função do número de linhas intercalares.

O custo total de produção do feijão cresceu na medida em que se aumentou o número de linhas intercalares de feijoeiro. Entretanto, o custo de formação do cafeeiro sofreu ligeira redução com o incremento do número de linhas, devido à diminuição das capinas do cafezal, contribuindo, desse modo, para que o aumento do custo total do consórcio fosse minimizado. Como já foi citado, outros trabalhos (Santinato et al., 1976; 1977 a e b) já mencionaram a redução das capinas dos cafezais pelo uso de culturas intercalares.

A receita total obtida com a produção do feijão, por sua vez, aumentou com o incremento do número de linhas intercalares de feijoeiro. Nota-se

também, no gráfico da Figura 9, que os custos totais dos monocultivos foram maiores que os verificados no cultivo consorciado. A maior necessidade de mão-de-obra para a realização das capinas em área total do cafezal e o custo de aluguel da terra, considerado para o feijão em monocultivo, podem ter contribuído para esse resultado.

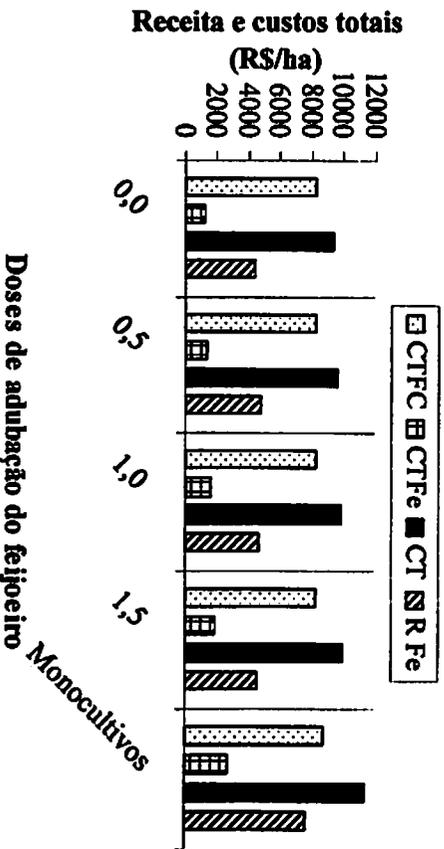


**FIGURA 9.** Custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (R Fe), em função do número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O gráfico da Figura 10 representa o comportamento dos custos totais de formação do cafeeiro até os dezoito meses de idade, custos totais de produção de feijão e custos totais do cultivo de ambas as culturas, em monocultivo ou consórcio, além da receita obtida pela produção de feijão em função das doses de adubação utilizadas para a leguminosa.

Pode-se observar que o custo de formação do cafeeiro não apresentou nenhuma variação em função dos níveis de adubação do feijoeiro, enquanto o custo total de produção do feijão e, conseqüentemente, o custo total do consórcio, cresceram com o aumento da adubação do feijoeiro. Entretanto, o

acréscimo no custo de produção do feijão verificado com o aumento da adubação não se traduziu em incremento da receita total. Esse comportamento já havia sido notado no item 5.1 deste mesmo capítulo, no qual uma lavoura de café recém-plantado foi objeto de análise.



**FIGURA 10.** Custos totais de formação do café (CTFC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (R Fe), em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao café em formação. Safra das águas e da seca. UFPA, Lavras, MG, 2004.

As Tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente, o resumo da análise de variância e os valores médios dos dados relativos aos custos médios de produção do feijão, de formação do café até os dezoito meses de idade e do cultivo de ambas as culturas, em monocultivo ou em consórcio, receita e lucro obtidos com o do feijoeiro nas safras das águas e da seca, percentual de cobertura dos custos operacionais totais e custos totais de formação do café por meio do lucro obtido pelo feijoeiro e, ainda, aos pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção considerados no estudo.

**TABELA 3.** Análise de variância dos dados relativos aos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de formação do caféiro (CTMeFC) e do consórcio (CTMeC), receita e lucro total do feijão, percentual de cobertura dos custos operacionais totais (CopTFC), e custos totais (CTFC) de formação do caféiro, pontos de resíduo (qr) e nivelamento (qn) dos sistemas de produção do feijoeiro comum intercalado ao caféiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de Variação	GL	CTMeFe	CTMeFC	CTMeC	Receita do		Lucro do		Cobertura		qr	qn
					feijão		feijão		CTFC			
Bloco	2	26,93ns	733,46ns	1812,94ns	678524,20ns	677910,72ns	120,62ns	101,49ns	234,12ns	324,49ns		
Tratamento	16	154,96**	25008,38**	25841,01**	10306700,57**	6309122,41**	1146,24**	964,72**	1087,31**	1472,03**		
Nº linhas (NL)	3	459,35**	119367,62**	124924,13**	43911231,90**	27308634,50**	5151,80**	4336,17**	3606,96**	4866,16**		
Adução (A)	3	259,21**	1327,50ns	939,90ns	341323,53ns	1047658,12*	188,03*	158,20*	1582,29**	2160,70**		
NL x A	9	35,92ns	1639,14*	1539,26ns	549763,21ns	690852,18ns	123,04ns	103,55ns	192,26ns	262,28ns		
Cons vs monoc	1	0,44ns	23296,40**	22010,70**	27201674,00**	9659351,04**	1212,96**	1020,47**	98,91ns	111,35ns		
Resíduo	32	18,43	615,72	1112,47	353348,60	353356,42	63,22	53,22	153,23	212,71		
CV		14,13	13,53	15,75	12,57	18,68	18,80	18,80	9,12	9,68		

\*\* , \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Nota-se, inicialmente, na Tabela 3, que a precisão experimental pode ser considerada adequada, já que o coeficiente de variação máximo observado para as variáveis foi de 18,80%. A fonte de variação número de linhas (NL) se mostrou significativa para todas as variáveis analisadas, enquanto as doses de adubação do feijoeiro (A) influenciaram significativamente o custo médio de produção do feijão, o lucro obtido com o cultivo do feijoeiro, a cobertura dos custos operacionais totais e dos custos totais de formação do cafeeiro, além dos pontos de resíduo e nivelamento. A interação número de linhas (NL) x adubação (A) apresentou significância em relação ao custo médio de formação do cafeeiro. Já o contraste entre as médias dos monocultivos e dos tratamentos consorciados se mostrou significativo para o custo médio de formação do cafeeiro e do sistema consorciado, para a receita e o lucro do feijão e, ainda, para a cobertura dos custos totais e operacionais totais de formação do cafeeiro.

Na Tabela 4 pode-se verificar que, no monocultivo de ambas as culturas, o valor custeado, por cada saca de feijão produzida, para a formação do cafeeiro foi cerca de 48% menor que a média dos tratamentos consorciados. O custo total médio dos cultivos solteiros (feijoeiro + cafeeiro) foi cerca de 40% mais barato que a média do consórcio. Certamente, um dos fatores que mais contribuíram para esse resultado foi a maior quantidade de feijão produzida em cultivo solteiro, o que fica evidenciado pela média da receita do feijão, que foi cerca de 40% maior para o monocultivo do feijoeiro. Nota-se, ainda na Tabela 4, que o lucro obtido com a produção do feijão em cultivo solteiro foi aproximadamente 60% maior que a média dos tratamentos consorciados, sendo responsável pelo custeio de cerca de 61% e 56%, respectivamente, dos custos operacionais totais e custos totais de formação do cafeeiro em monocultivo, enquanto que no sistema de consórcio, esses valores foram, em média, de 41% e 37%. Entretanto, é oportuno salientar que a média dos cultivos consorciados envolve quatro doses de adubação e quatro números de linhas do feijoeiro intercalar.

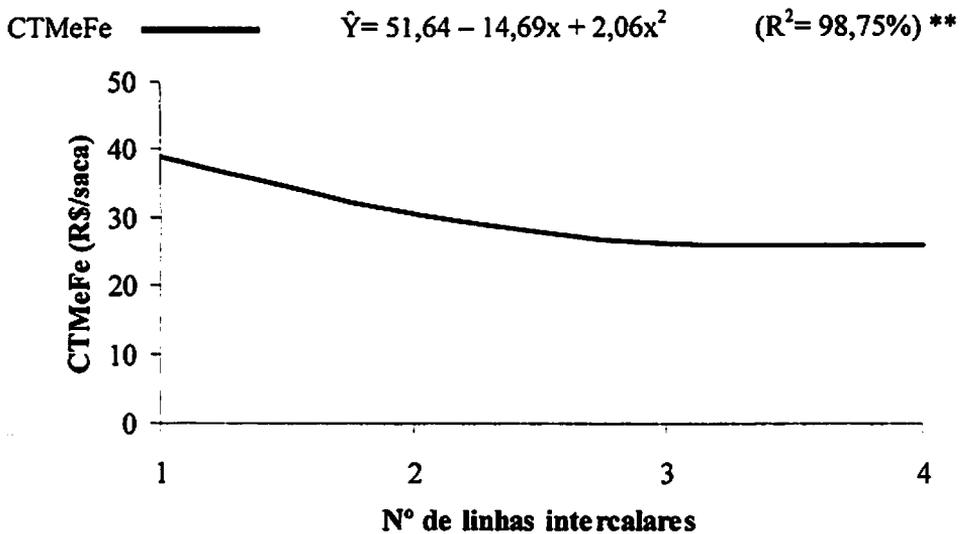
**TABELA 4.** Valores médio dos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de formação do cafeeiro (CTMeFC) e do consórcio (CTMeC) (R\$/saca de feijão), receita (R Fe) e lucro total do feijão (L Fe) (R\$/ha), cobertura dos custos operacionais totais (cob CopTFC), e custos totais de formação do cafeeiro (cob CTFC) (%), pontos de resíduo (qr) e nivelamento (qn) (sacas/ ha) dos sistemas de produção do feijoeiro comum consorciado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004 <sup>1</sup>.

Fatores	CTMeFe	CTMeFC	CTMeC	R Fe <sup>^</sup>	L Fe <sup>^</sup>	cob CopTFC <sup>^</sup>	cob CTFC <sup>^</sup>	qr <sup>^</sup>	qn <sup>^</sup>
<b>Nº de linhas</b>									
1 linha	39,28	329,94	360,88	2220,95	1226,94	16,1	14,78	160,15	179,06
2 linhas	29,69	184,91	214,6	3907,18	2571,64	33,77	30,98	133,46	147,77
3 linhas	26,91	135,91	162,11	5412,05	3799,62	50,48	46,31	127,36	140,95
4 linhas	25,57	104,78	130,34	6646,91	4697,78	63,94	58,66	120,55	133,1
<b>Dose adubação</b>									
0,0	25,84	201,25	218,75	4369,44	3212,57	42,95	39,4	125,56	138,82
0,5	28,03	186,45	214,49	4760,56	3378,95	45,15	41,42	129,81	143,72
1,0	31,00	175,97	206,73	4589,85	3012,48	40,22	36,9	134,42	148,99
1,5	36,57	191,4	227,96	4467,23	2691,99	35,97	32,99	151,73	169,36
Consórcio	30,36	188,77 b	216,98 b	4546,77 b	3073,99 b	41,07 b	37,68 b	135,38	150,22
Monocultivos	30,75	97,93 a	128,69 a	7650,63 a	4923,60 a	61,80 a	56,69 a	141,3	156,5
Média geral	30,38	183,43	211,79	4729,34	3182,8	42,29	38,8	135,73	150,59

<sup>1</sup> Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente, pelo teste F a 5% de probabilidade.

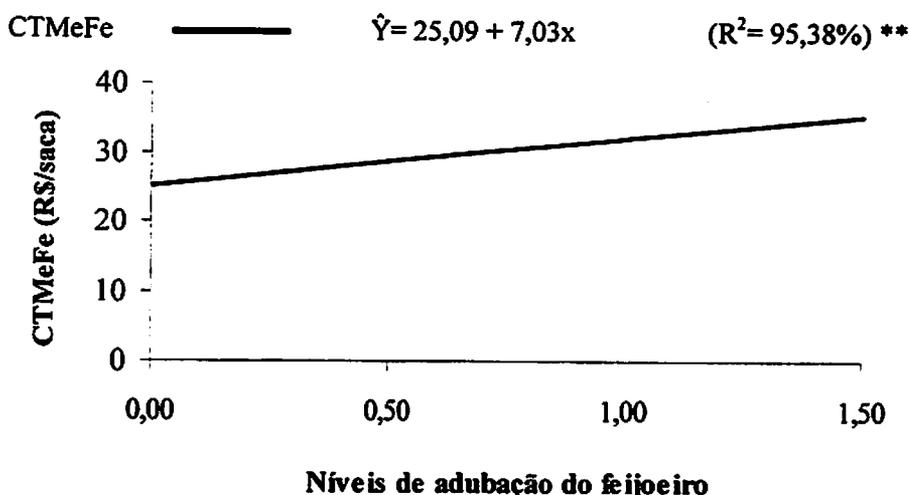
^ Médias das duas safras somadas.

O incremento do número de linhas intercalares resultou em redução do custo médio de produção do feijão, conforme se verifica na Figura 11. O incremento da produtividade, com certeza contribuiu para que o custo médio de produção de uma saca de feijão diminuísse com o aumento da densidade populacional de plantas.



**FIGURA 11.** Custo médio de produção do feijão em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

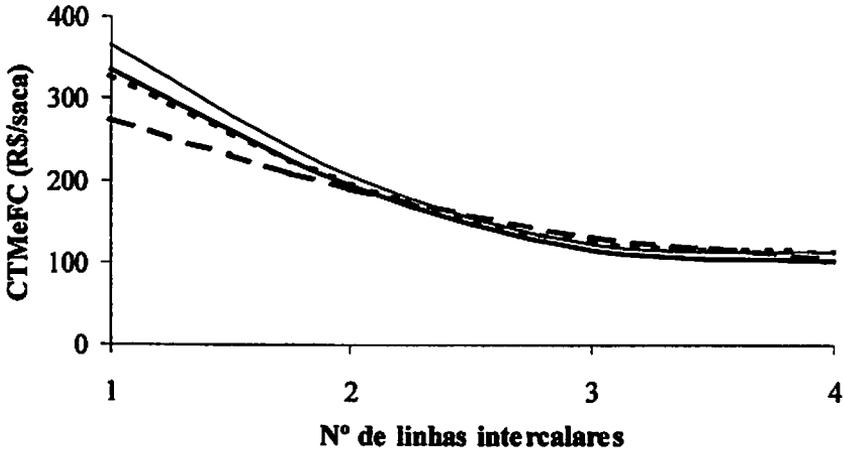
O aumento da adubação do feijoeiro, ao contrário, provocou acréscimo linear no custo médio de produção do feijão, indicando que a resposta da leguminosa às doses estudadas não foi satisfatória (Figura 12).



**FIGURA 12.** Custo médio de produção do feijão em função do nível de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O desdobramento da interação número de linhas x adubação revelou que o incremento do número de linhas intercalares refletiu em redução do custo médio de formação do cafeeiro, em todas as doses de adubação estudadas (Figura 13). Neste caso, tanto a diminuição do custo total de formação do cafeeiro quanto o aumento da produção de feijão verificados com o incremento do número de linhas de feijoeiro contribuíram para a sua redução.

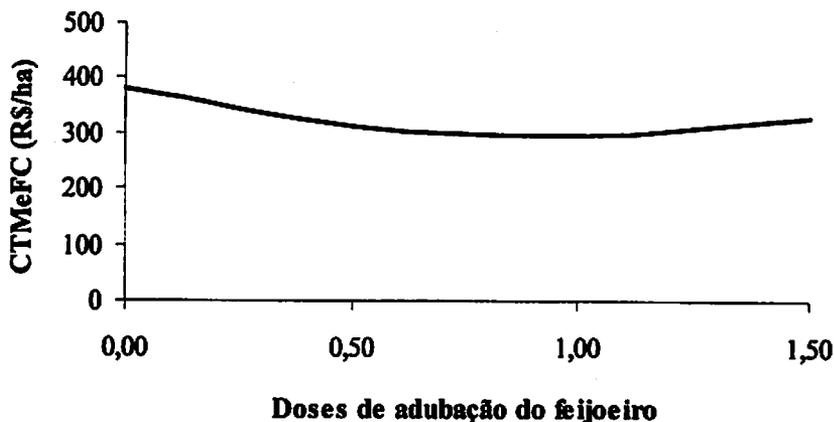
NL d adub 0,0	—	$\hat{Y} = 599,39 - 271,79x + 37,51x^2$	$(R^2 = 95,88\%)^{**}$
NL d adub 0,5	—	$\hat{Y} = 540,08 - 236,91x + 31,82x^2$	$(R^2 = 99,87\%)^{**}$
NL d adub 1,0	- - -	$\hat{Y} = 392,58 - 132,33x + 15,23x^2$	$(R^2 = 99,99\%)^{**}$
NL d adub 1,5	- - - -	$\hat{Y} = 519,77 - 220,73x + 29,79x^2$	$(R^2 = 96,56\%)^{**}$



**FIGURA 13.** Custo médio de formação do cafeeiro em função do número de linhas intercalares, para cada dose de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O desdobramento da mesma interação, no outro sentido, isto é, estudando o efeito da adubação dentro de cada número de linha, também mostrou significância, embora apenas para o uso de uma linha de feijoeiro (Figura 14). Como o custo total de formação do cafeeiro não apresentou qualquer variação em função da adubação do feijoeiro, as diferenças detectadas pela análise de regressão talvez possam ser explicadas pelas variações de produção observadas em cada nível de adubação. De qualquer forma, a equação ajustada não traduz um resultado consistente.

Adub d 1 linha —  $\hat{Y} = 381,24 - 186,63x + 101,34x^2$  ( $R^2 = 81,72\%$ ) \*\*

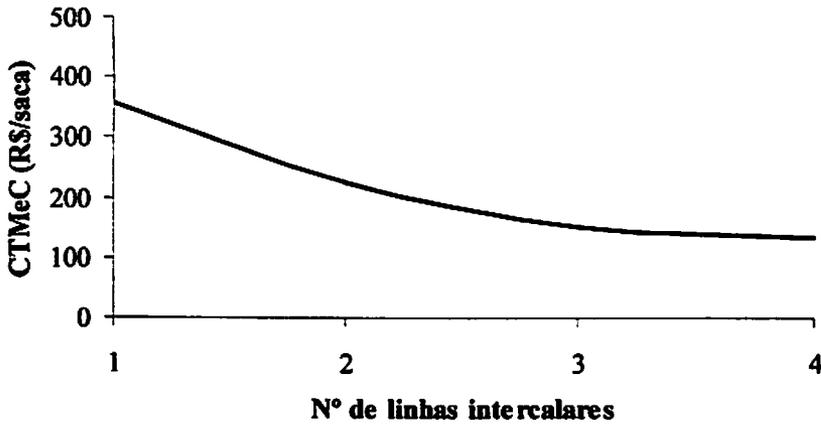


**FIGURA 14.** Custo médio de formação do cafeeiro em função da adubação do feijoeiro com uma linha intercalar ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O aumento do número de linhas intercalares também provocou redução do custo médio do sistema consorciado (Figura 15). Visto que tanto o custo médio de produção do feijão quanto o custo médio de formação do cafeeiro sofreram reduções com o incremento do número de linhas de feijoeiro, o custo médio do consócio apresentou o mesmo comportamento.

Tanto a receita quanto o lucro do feijão aumentaram de maneira linear com o incremento do número de linhas intercalares (Figura 16). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Santinato et al. (1976 e 1977 a), já mencionados neste trabalho. Como pode-se observar nas equações apresentadas na Figura 16, o acréscimo de uma linha de feijoeiro acrescentou, aproximadamente, R\$ 1.500,00 à receita e R\$ 1.200,00 ao lucro.

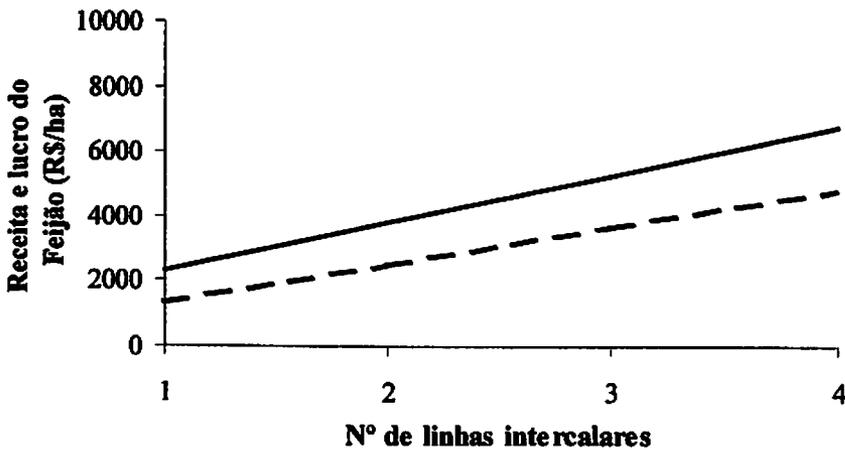
CTMeC ———  $\hat{Y} = 546,16 - 217,56x + 28,63x^2$  ( $R^2 = 99,15\%$ ) \*\*



**FIGURA 15.** Custo médio do sistema consorciado, em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Receita ———  $\hat{Y} = 851,08 + 1478,27x$  ( $R^2 = 99,53\%$ ) \*\*

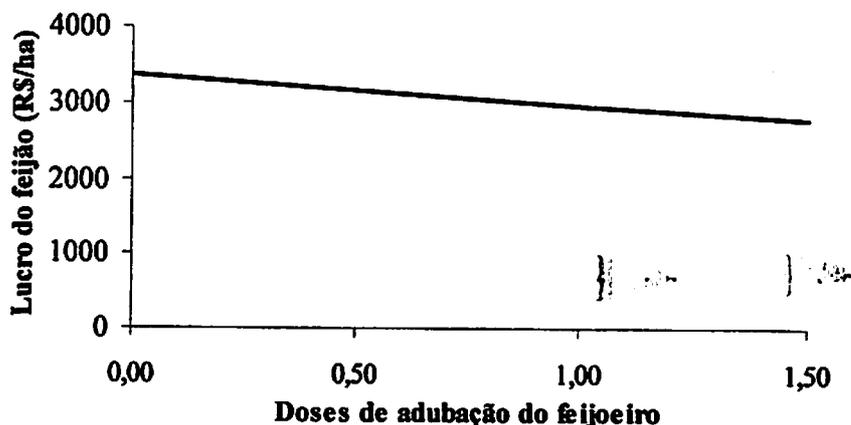
Lucro - - - -  $\hat{Y} = 163,87 + 1164,05x$  ( $R^2 = 99,24\%$ ) \*\*



**FIGURA 16.** Receita e lucro total obtidos, em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Entretanto, conforme se verifica na Figura 17, o lucro obtido com o feijão diminuiu linearmente na medida em que a dose de adubação do feijoeiro aumentou. Esse efeito pode ser explicado pelo acréscimo no custo médio de produção do feijão observado com o aumento da adubação, apresentado no gráfico da Figura 12.

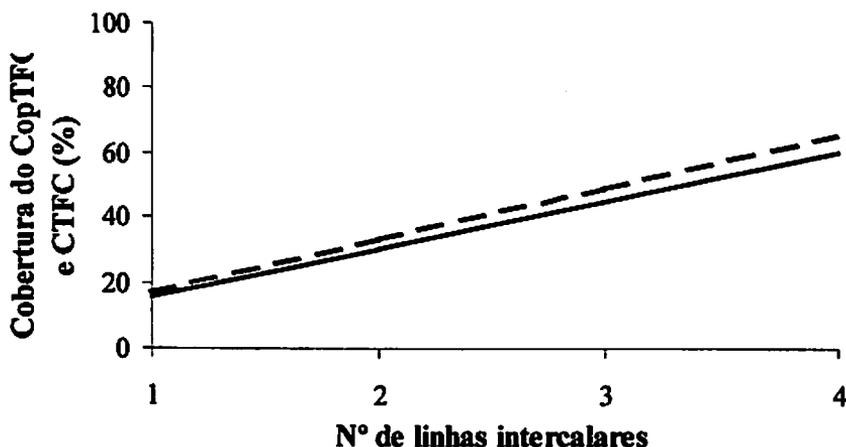
Lucro —————  $\hat{Y} = 3363,23 - 385,64x$  ( $R^2 = 70,98\%$ ) \*\*



**FIGURA 17.** Lucro total do feijão em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O aumento do número de linhas intercalares se traduziu em aumento da cobertura, tanto dos custos operacionais totais quanto dos custos totais de formação do cafeeiro, pelo lucro obtido com o feijão produzido no consórcio (Figura 18). O crescimento do lucro total do feijão e a redução dos custos de formação do cafeeiro com o incremento do número de linhas intercalares podem explicar o comportamento de ambos os indicadores.

Cobertura CTFC ———  $\hat{Y} = 0,94 + 14,70x$  ( $R^2 = 99,64\%$ )\*\*  
 Cobertura CopTFC - - - -  $\hat{Y} = 1,02 + 16,02x$  ( $R^2 = 99,64\%$ )\*\*

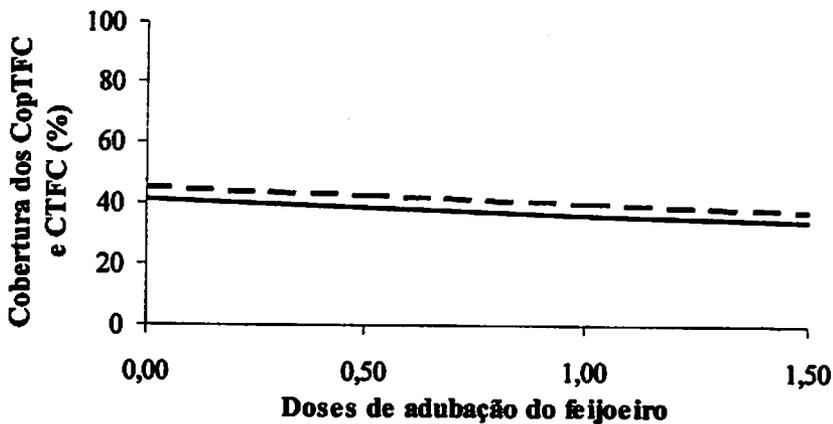


**FIGURA 18.** Cobertura dos custos operacionais totais (CopTFC) e custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Pode-se observar no gráfico da Figura 19, que o mesmo não ocorreu em relação à adubação do feijoeiro, pois, à medida que a dose de adubo foi aumentada, a cobertura dos custos de formação do cafeeiro diminuiu, ou seja, com o aumento da adubação, sobrou menos dinheiro do feijão para custear a formação do cafeeiro.

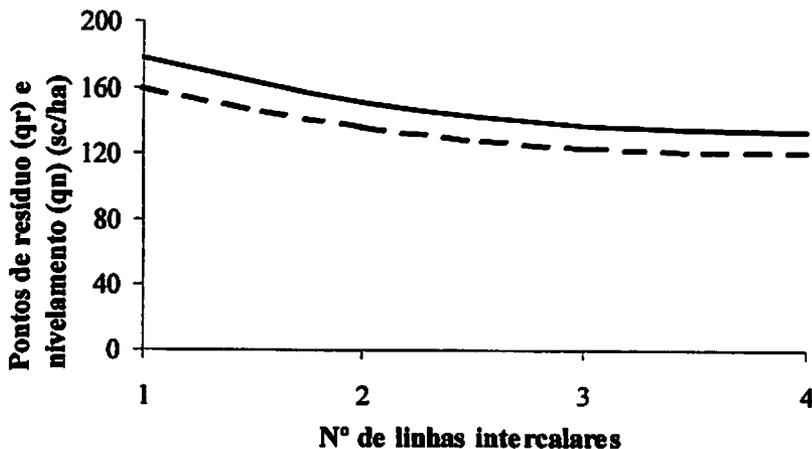
Os pontos de resíduo (qr) e nivelamento (qn) dos sistemas consorciados diminuíram à medida que se elevou o número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafezal (Figura 20), indicando que a produção necessária para igualar a receita total ao custo total decresceu de forma quadrática no mesmo sentido. Considerando-se que o preço do feijão foi mantido constante, a diminuição, tanto do ponto de nivelamento quanto do ponto de resíduo, pode ser explicada pela diminuição dos custos de formação do cafeeiro ou pela redução do custo médio de produção do feijão com o incremento do número de linhas intercalares.

Cobertura CTFC      ———  $\hat{Y} = 41,24 - 4,75x$       ( $R^2 = 71,32\%$ )\*\*  
 Cobertura CopTFC    - - - -  $\hat{Y} = 44,96 - 5,18x$       ( $R^2 = 71,35\%$ )\*\*



**FIGURA 19.** Cobertura dos custos operacionais totais (CopTFC) e custos totais de formação do cafeeiro (CTFC), em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro em formação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Ponto de nivelamento      ———  $\hat{Y} = 215,69 - 43,76x + 5,86x^2$       ( $R^2 = 97,33\%$ ) \*\*  
 Ponto de resíduo          - - - -  $\hat{Y} = 191,47 - 37,35x + 4,97x^2$       ( $R^2 = 97,48\%$ ) \*\*

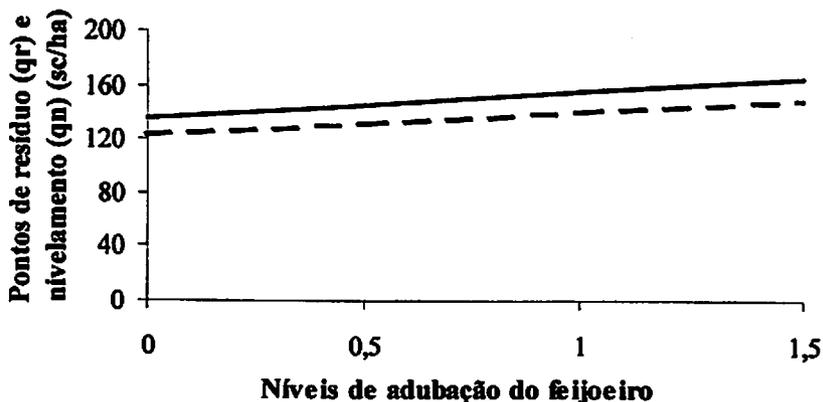


**FIGURA 20.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro consorciado com o cafeeiro em formação, em função do número de linhas intercalares. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A elevação da dose de adubação do feijoeiro, por sua vez, provocou o aumento tanto do ponto de resíduo quanto do ponto de nivelamento, mostrando que quanto maior foi a quantidade de adubo utilizada, maior foi o custo total de produção do feijão e maior a quantidade produzida necessária para equiparar a receita total ao custo total (Figura 21). Conforme pode-se verificar nas equações apresentadas na mesma figura, a cada acréscimo de 0,5 vezes a adubação de referência, o ponto de nivelamento eleva-se em quase 10 sacas  $ha^{-1}$ .

Ponto de nivelamento —  $\hat{Y} = 135,69 + 19,39x$  ( $R^2 = 86,92\%$ ) \*\*

Ponto de resíduo - - -  $\hat{Y} = 122,91 + 16,62x$  ( $R^2 = 87,32\%$ ) \*\*



**FIGURA 21.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro consorciado com o cafeeiro em formação, em função do nível de adubação do feijoeiro. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Como o custo de formação do cafeeiro não variou em função da adubação do feijoeiro, o crescimento dos pontos de resíduo e nivelamento pode ser explicado pela ausência de resposta da receita do feijão ao aumento da adubação do feijoeiro. Entretanto, esse resultado deve ser interpretado com cuidado, pois como já foi mencionado, o uso de menores doses ou mesmo a ausência da adubação podem representar vantagem econômica num primeiro

momento, mas os seus efeitos sobre a fertilidade do solo, a longo prazo, podem levar a condições inadequadas para boas produtividades no futuro.

Os efeitos do número de linhas e da dose de adubação de feijoeiro sobre o desenvolvimento do cafeeiro em formação foram considerados no item 5.2.1 do Capítulo 3 deste mesmo estudo. Nele observou-se que o aumento do número de linhas de feijoeiro eleva o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar, independentemente da dose de adubação e da safra cultivada, mas reduz a emissão de nós e o incremento no comprimento dos ramos plagiotrópicos e no diâmetro do caule do cafeeiro em formação. O emprego de adubação equivalente a até 150% da dose recomendada o feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa em cultivo intercalar, bem como a quase totalidade das características avaliadas no cafeeiro.

É importante lembrar, ainda, que todos os resultados ora obtidos são válidos para as condições em que os ensaios foram conduzidos e que muitos outros fatores, além dos estudados no presente trabalho, podem estar relacionados com as situações consideradas.

Cabe ressaltar também que, além das duas safras consideradas no estudo, o feijão ainda poderia ter sido cultivado na safra da seca de 2003, o que, certamente, se refletiria em aumento da receita e do lucro do feijão e aumentaria a cobertura dos custos de formação do cafeeiro.

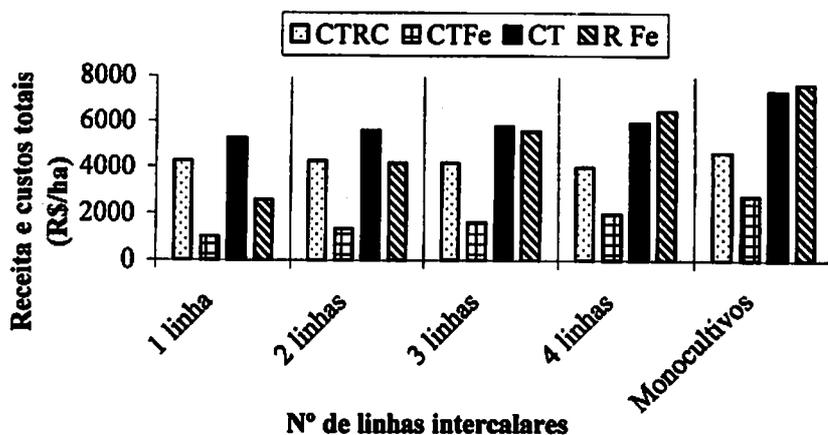
Conforme já comentado, embora a análise econômica retrate a situação no momento de realização do estudo, a atualização das análises depende apenas das adequações dos preços às variações do mercado, em função da região e da data. Se, por exemplo, essa análise fosse realizada com o preço máximo (R\$ 126,00/saca) ou mínimo (R\$ 52,00/saca) observados para o feijão durante o período do ensaio, todas as variáveis relacionadas com o preço do produto sofreriam variações importantes, porém, os custos totais e médios permaneceriam constantes.

### 5.3 Cafeeiro recepado em renovação

A Figura 22 ilustra o comportamento dos custos totais de produção do feijão, de renovação do cafeeiro recepado até dez meses após a recepa e do custo total de ambos os cultivos, em consórcio ou monocultivo, além da receita obtida pela produção de feijão, em função do número de linhas intercalares.

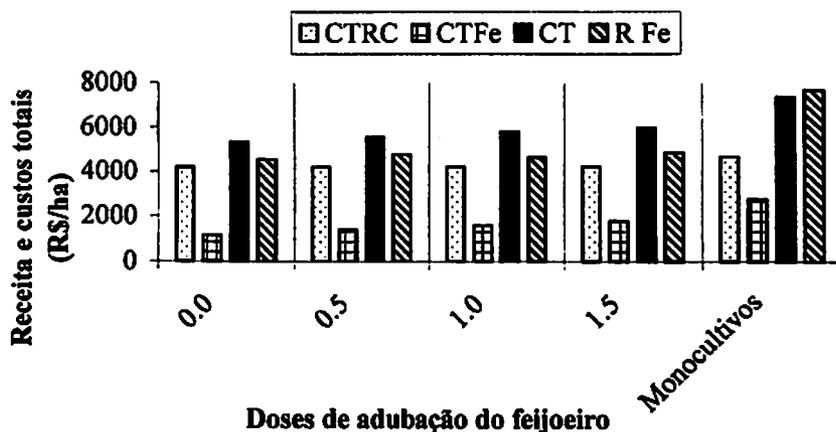
Como já havia sido observado para os talhões com cafeeiro recém-plantado ou em formação, o custo total de produção do feijão cresceu na medida em que se aumentou o número de linhas intercalares de feijoeiro. Entretanto, o custo de renovação do cafeeiro recepado sofreu ligeira redução com o incremento do número de linhas, devido à diminuição das capinas do cafezal, contribuindo, desse modo, para que o aumento do custo total do consórcio fosse minimizado. Resultados de outros trabalhos (Santinato et al., 1976; 1977 a e b) também mostraram que há redução das capinas dos cafezais pelo uso de culturas intercalares, conforme já mencionado. A receita total obtida com a produção do feijão, por sua vez, aumentou com o incremento do número de linhas intercalares de feijoeiro.

Pode-se notar, ainda, no gráfico da Figura 22 que os custos totais dos monocultivos foram superiores aos verificados no sistema de cultivo consorciado. A maior necessidade de mão-de-obra para a realização das capinas em área total do cafezal e o aluguel da terra, incluído nos custos do feijão em monocultivo, podem ter contribuído para esse resultado.



**FIGURA 22.** Custos totais de renovação do cafeeiro recepado (CTRC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (RFe), em função do número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafeeiro recepado em renovação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Na Figura 23 estão apresentados o comportamento dos custos totais de renovação do cafeeiro (até dez meses após a recepa), custos totais de produção de feijão e do cultivo de ambas as culturas, em monocultivo ou consórcio, além da receita obtida pela produção de feijão, em função das doses de adubação utilizadas para a leguminosa. Pode-se observar, no gráfico da Figura 23 que, a exemplo do que foi obtido nos demais tipos de lavoura cafeeira, o custo de renovação não apresentou nenhuma variação em função dos níveis de adubação do feijoeiro, enquanto que o custo total de produção do feijão cresceu com o incremento da adubação do feijoeiro. Conseqüentemente, o custo total do consórcio também aumentou com o incremento da adubação do feijoeiro. Entretanto, o aumento no custo de produção do feijão com o incremento da adubação não se traduziu em acréscimo da receita total, o que pode ter ocorrido por causa da boa fertilidade original do solo.



**FIGURA 23.** Custos totais de formação do cafeeiro (CTRC), custos totais de produção do feijão (CTFe), custos totais do cultivo de ambas as culturas (CT) e receita total obtida pela produção de feijão (R Fe), em função das doses de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado em renovação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados, respectivamente, o resumo da análise de variância e os valores médios dos dados relativos aos custos médios de produção do feijão, de renovação do cafeeiro e do cultivo de ambas as culturas, em monocultivo ou consórcio, à receita e lucro obtidos com o cultivo do feijoeiro nas safras das águas e da seca, ao percentual de cobertura dos custos operacionais totais e custos totais de renovação do cafeeiro por meio do lucro alcançado com o feijoeiro e, ainda, aos pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados (ou tratamentos experimentais).

Verifica-se, inicialmente, na Tabela 5, que a precisão experimental pode ser considerada adequada, já que o coeficiente de variação máximo observado para as variáveis foi de 11,82%. A fonte de variação número de linhas (NL) se mostrou significativa para todas as variáveis analisadas, enquanto as doses de adubação do feijoeiro (A) influenciaram significativamente apenas o custo médio de produção do feijão, além dos pontos de resíduo e nivelamento.

**TABELA 5.** Análise de variância dos dados relativos aos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de renovação do caféiro (CTMeRC) e do consórcio (CTMeC), receita e lucro total do feijão, percentual de cobertura dos custos operacionais totais (CopTRC), e custos totais (CTRC) de renovação do caféiro, pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção do feijoeiro comum intercalado ao caféiro receitado. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fontes de Variação	GL	CTMeFe	CTMeRC	CTMeC	Receita do		Lucro do		Cobertura		qr	qn
					feijão	feijão	feijão	CopTRC	CTRC	CTRC		
Bloco	2	48,01**	593,62**	905,62**	743410,72*	743411,83*	452,84*	418,99*	76,39**	95,85**		
Tratamento	16	79,03**	4169,93**	4897,01**	8214646,43**	4509185,85**	3052,99**	2778,68**	159,39**	194,11**		
Nº linhas (NL)	3	184,14**	20417,23**	24168,88**	34827385,93**	20340898,33**	14878,90**	13495,74**	473,05**	575,82**		
Adubação (A)	3	196,33**	221,99ns	251,46ns	206680,92ns	405059,05ns	260,48ns	236,12ns	245,24**	304,02**		
NL x A	9	11,84ns	117,84ns	199,39ns	145565,51ns	170224,73ns	111,87ns	101,51ns	12,85ns	15,94ns		
Fat x adicional	1	16,49ns	3740,64**	3296,64**	25022052,78**	8377078,84**	2422,77**	2349,65**	279,70**	322,75**		
Resíduo	32	6,29	83,98	141,93	150625,68	150626,66	96,70	86,32	11,06	13,92		
CV		8,88	10,60	10,35	8,00	11,75	11,82	11,72	4,84	5,09		

\*\* , \* Significativo, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

A interação número de linhas (NL) x adubação (A) não se mostrou significativa para nenhuma das variáveis. Já o contraste entre as médias dos monocultivos vs consorciados se mostrou significativo para todas as variáveis estudadas, com exceção do custo médio de produção do feijão.

Na Tabela 6 é possível observar que, no monocultivo de ambas as culturas, o valor custeado por cada saca de feijão para a renovação do cafeeiro foi cerca de 40% inferior à média dos tratamentos consorciados. O custo total médio dos cultivos solteiros (feijoeiro + cafeeiro) foi cerca de 30% inferior à média do consórcio. Certamente, um dos fatores que mais contribuíram para este resultado foi a maior quantidade de feijão produzido em cultivo solteiro, o que fica evidenciado pela média da receita do feijão, que foi cerca de 40% superior no monocultivo do feijoeiro.

O lucro obtido com a produção do feijão em cultivo solteiro foi, aproximadamente, 35% maior que a média dos tratamentos consorciados, sendo responsável pelo custeio de cerca de 110% e 107%, respectivamente, dos custos operacionais totais e custos totais de renovação do cafeeiro em monocultivo. No sistema de consórcio, esses valores foram, em média, 81% e 77%. Os pontos de resíduo e nivelamento foram cerca de 13% menores no consórcio.

**TABELA 6.** Valores médios dos custos totais médios de produção do feijão (CTMeFe), de renovação do cafeeiro (CTMeRC) e do consórcio (CTMeC) (R\$/saca de feijão), receita (R Fe) e lucro total do feijão (L Fe) (R\$/ha), cobertura dos custos operacionais totais (cob CopTRC), e custos totais de renovação do cafeeiro (cob CTCRC) (%), pontos de resíduo (qr) e nivelamento (qn) (sacas/ ha) dos sistemas de produção do feijoeiro comum intercalado ao cafeeiro recepadado. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004 <sup>1</sup>.

Fatores	CTMeFe	CTMeRC	CTMeC	R Fe <sup>†</sup>	L Fe <sup>†</sup>	cob CopTRC <sup>†</sup>	cob CTRC <sup>†</sup>	qr <sup>†</sup>	qn <sup>†</sup>
<b>Nº de linhas</b>									
1 linha	33,99	146,32	180,32	2552,18	1558,17	38,41	36,58	76,69	82,11
2 linhas	27,90	89,00	116,91	4144,58	2809,80	69,26	65,96	68,92	73,41
3 linhas	25,39	65,74	91,12	5544,67	3932,25	99,13	94,41	64,84	68,96
4 linhas	26,07	53,25	80,07	6453,43	4504,30	118,95	113,28	62,34	66,30
<b>Dose adubação</b>									
0,0	23,99	94,04	118,04	4523,99	3367,11	85,77	81,69	63,71	67,71
0,5	25,94	84,57	110,43	4734,74	3353,13	85,15	81,09	65,06	69,18
1,0	30,75	89,93	120,68	4614,17	3036,80	77,21	73,54	70,95	75,76
1,5	32,66	85,78	119,27	4821,98	3047,49	77,60	73,91	73,07	78,12
Consórcio	28,34	88,58 b	117,10 b	4673,72 b	3201,13 b	81,44 b	77,56 b	68,20 b	72,69 b
Monocultivos	30,75	52,18 a	82,94 a	7650,63 a	4923,60 a	110,73 a	106,41 a	78,15 a	83,38 a
Média geral	28,48	86,44	115,09	4848,83	3302,45	83,16	79,26	68,78	73,32

<sup>1</sup> Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

<sup>†</sup> Médias das duas safras somadas.

A análise de regressão revelou que o aumento do número de linhas intercalares se traduziu em redução do custo médio de produção do feijoeiro, do custo médio de renovação do cafeeiro recepado e do custo total médio do consórcio (Figura 24). O aumento da produtividade e, conseqüentemente, da receita do feijão, na medida em que o número de linhas de feijoeiro elevou-se, com certeza contribuiu para que o custo médio de produção da saca de feijão diminuísse. No caso dos custos médios de formação do cafeeiro e do consórcio, além do aumento da receita, a redução dos custos totais de formação do cafeeiro com o incremento do número de linhas intercalares contribuiu para redução dos respectivos custos.

CTMeC	—————	$\hat{Y} = 246,18 - 98,09x + 13,08x^2$	$(R^2 = 99,57\%)^{**}$
CTMeRC	- - - - -	$\hat{Y} = 220,24 - 86,28x + 11,21x^2$	$(R^2 = 99,47\%)^{**}$
		CTMeFe	- - - - -
		$\hat{Y} = 43,38 - 11,10x + 1,69x^2$	$(R^2 = 99,98\%)^{**}$

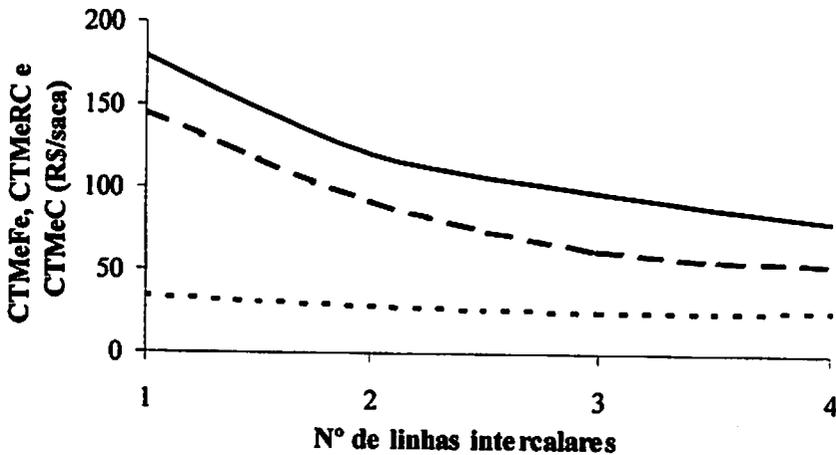
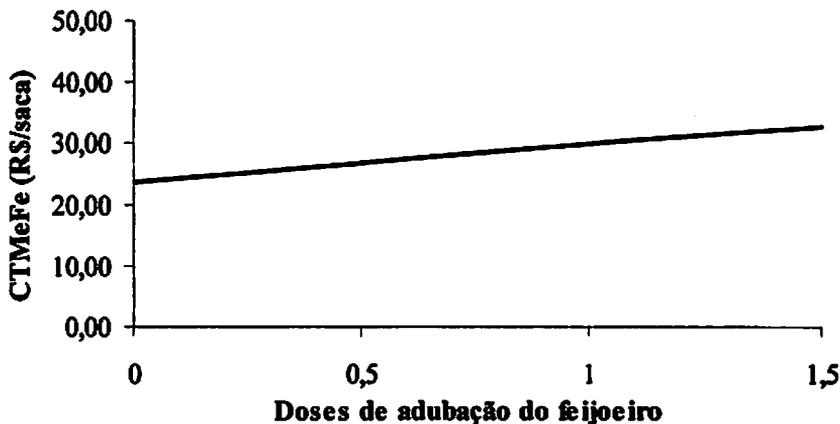


FIGURA 24. Custos totais médios de produção do feijão, de renovação do cafeeiro e dos sistemas de consórcio, em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O aumento da adubação do feijoeiro provocou acréscimo no custo médio de produção do feijão, indicando que a resposta econômica da leguminosa ao aumento da adubação, nas doses estudadas, não foi satisfatória (Figura 25). Como se verifica pelo coeficiente angular da equação apresentada na Figura 25, a cada aumento da adubação em 50% da dose remendada, o custo de cada saca de feijão produzida foi cerca de R\$ 3,00 maior. Entretanto, o custo médio de renovação do cafeeiro e o custo total médio do consórcio não foram influenciados significativamente pelas doses de adubação do feijoeiro.

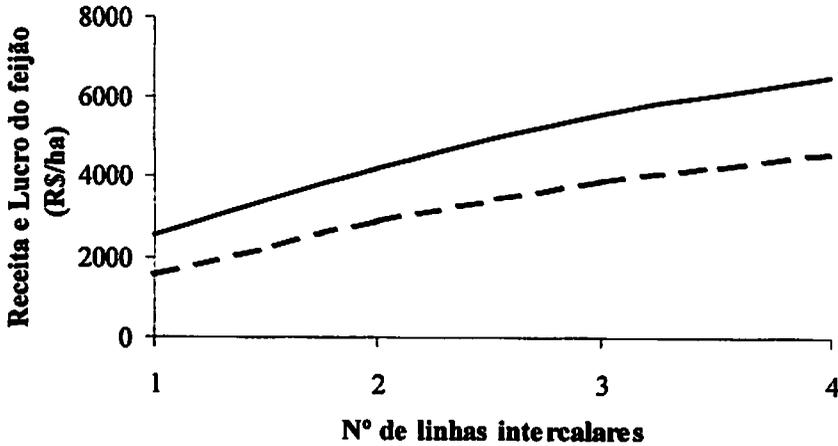
CTMeFe —————  $\hat{Y} = 23,72 + 6,16x$  (R<sup>2</sup> = 96,61%) \*\*



**FIGURA 25.** Custo total médio de produção do feijão em função da dose de adubação do feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado em renovação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Na medida em que se aumentou o número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafezal, tanto a receita quanto o lucro obtido com o cultivo da leguminosa cresceram, independentemente da adubação utilizada, obedecendo a um modelo de regressão quadrática (Figura 26). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Santinato et al. (1976 e 1977 a), já comentados.

Receita	————	$\hat{Y} = 543,21 + 2164,93x - 170,91x^2$	$(R^2 = 99,95\%)^{**}$
Lucro	- - - -	$\hat{Y} = -138,54 + 1845,54x - 169,89x^2$	$(R^2 = 99,83\%)^{**}$

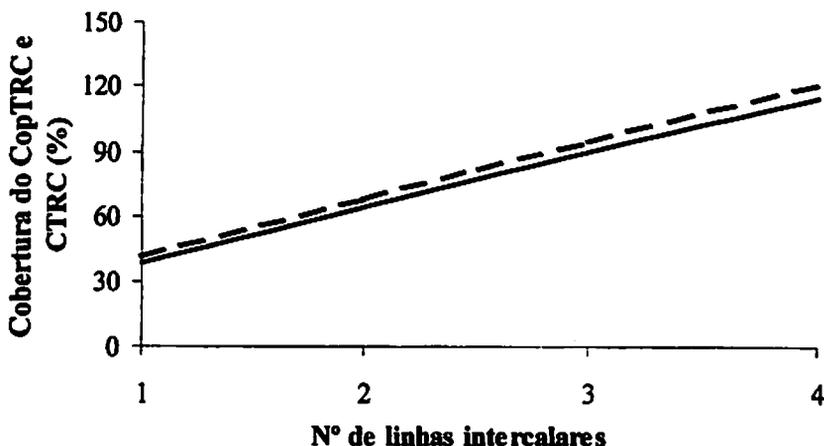


**FIGURA 26.** Receita e lucro totais obtidos, em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado em renovação. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Apesar do custo médio de produção do feijão ter crescido com o aumento da adubação do feijoeiro, esse efeito não se refletiu significativamente sobre o lucro total alcançado pelo cultivo do feijoeiro por unidade de área. Como o preço do produto não variou, a explicação pode estar no aumento da produtividade, que, apesar de não significativo, pode ter compensado o maior custo do feijão por unidade produzida.

O aumento do número de linhas intercalares se traduziu em aumento linear no percentual de cobertura, tanto dos custos operacionais totais quanto dos custos totais de renovação do cafeeiro recepado, por meio do lucro obtido com o feijão produzido no consórcio (Figura 27). O crescimento do lucro total do feijão e a redução do custo total de formação do cafeeiro com o incremento do número de linhas intercalares podem explicar o comportamento de ambos os indicadores.

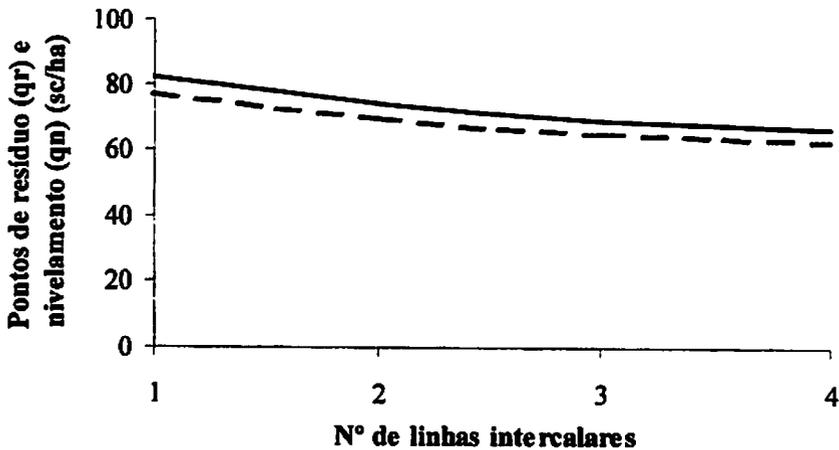
Cobertura CTRC	————	$\hat{Y} = 12,92 + 25,86x$	$(R^2 = 99,07\%)^{**}$
Cobertura CopTRC	- - - -	$\hat{Y} = 13,56 + 27,15x$	$(R^2 = 99,07\%)^{**}$



**FIGURA 27.** Cobertura dos custos operacionais totais (CopTRC) e custos totais de renovação do cafeeiro (CTRC), em função do número de linhas de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tanto o ponto de resíduo ( $qr$ ) quanto o ponto de nivelamento ( $qn$ ) dos sistemas de produção considerados no estudo diminuíram na medida em que se elevou o número de linhas de feijoeiro intercaladas ao cafezal (Figura 28), indicando que a produção necessária para igualar a receita total ao custo total decresceu de forma quadrática com o incremento do número de linhas intercalares. O comportamento dos pontos de nivelamento e resíduo pode ser melhor compreendido por meio das expressões matemáticas utilizadas para o seu cálculo. Considerando-se que o preço do produto foi mantido constante, a diminuição, tanto do ponto de nivelamento quanto do ponto de resíduo, pode ser explicada pela diminuição dos custos totais de renovação do cafeeiro ou pela redução do custo médio de produção do feijão com o incremento do número de linhas intercalares.

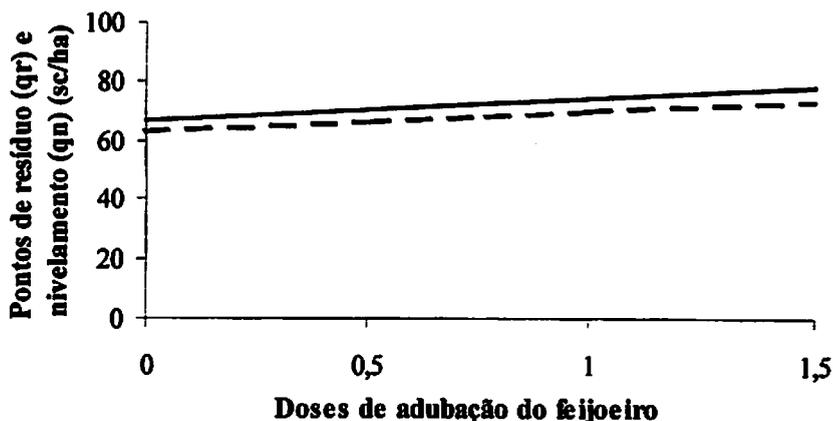
Ponto de nivelamento —  $\hat{Y} = 93,22 - 12,74x + 1,51x^2$  ( $R^2 = 99,79\%$ ) \*\*  
 Ponto de resíduo - -  $\hat{Y} = 86,57 - 11,29x + 1,31x^2$  ( $R^2 = 99,81\%$ ) \*\*



**FIGURA 28.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro intercalado ao cafeeiro recepado em renovação, em função do número de linhas intercalares. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

O incremento da adubação do feijoeiro, por sua vez, provocou o aumento tanto do ponto de resíduo quanto do ponto de nivelamento, mostrando que quanto maior foi a quantidade de adubo utilizada, maior foi o custo total de produção do feijão e a quantidade produzida necessária para equiparar a receita total ao custo total do consórcio (Figura 29). Como o custo de renovação do cafeeiro recepado não variou em função da adubação do feijoeiro, o crescimento, tanto do ponto de resíduo quanto do ponto de nivelamento, pode ser explicado pela ausência de resposta da receita do feijão ao aumento da adubação do feijoeiro.

Ponto de nivelamento	—————	$\hat{Y} = 67,02 + 7,56x$	$(R^2 = 93,99\%)^{**}$
Ponto de resíduo	- - - - -	$\hat{Y} = 63,10 + 6,79x$	$(R^2 = 94,10\%)^{**}$



**FIGURA 29.** Pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção de feijoeiro consorciado com o cafeeiro recepado em renovação em função da dose de adubação do feijoeiro. Safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Entretanto, esses resultados devem ser interpretados com cuidado, pois mesmo que o uso de menores doses ou a ausência da adubação da cultura intercalar representem vantagem econômica num primeiro momento, os seus efeitos sobre a fertilidade do solo a longo prazo podem levar a condições inadequadas para boas produtividades no futuro.

Os efeitos do número de linhas e da dose de adubação de feijoeiro sobre o desenvolvimento do cafeeiro recepado em renovação foram considerados no item 5.2.2 do Capítulo 3 desse mesmo estudo. Observou-se que o aumento do número de linhas de feijoeiro eleva o rendimento de grãos da leguminosa, independentemente da dose de adubação e da safra cultivada, mas reduz a emissão de nós e o aumento no comprimento dos ramos plagiotrópicos. O emprego de adubação equivalente a até 150% da dose recomendada para o monocultivo do feijoeiro não influencia o rendimento de grãos da leguminosa

em cultivo intercalar, bem como a quase totalidade das características avaliadas no cafeeiro.

É importante lembrar, ainda, que todos os resultados apresentados neste trabalho para o consórcio do feijoeiro com o cafeeiro recepado em renovação são específicos para as condições em que os ensaios foram conduzidos e que muitos outros fatores, além dos estudados no presente trabalho, podem estar relacionados com as situações consideradas.

Conforme já comentado, embora a análise econômica retrate a situação no momento de realização do estudo, a atualização das análises depende apenas das adequações dos preços às variações do mercado, em função da região e da data. Se, por exemplo, essa análise fosse realizada com o preço máximo (R\$ 126,00/saca) ou mínimo (R\$ 52,00/saca), observados para o feijão durante o período do ensaio (preços coletados junto à base de dados da DAE/UFLA), todas as variáveis relacionadas com o preço do produto sofreriam variações importantes, porém, os custos totais e médios permaneceriam constantes.

Finalmente, deve ser acrescentado que a produção de lenha, gerada pela receita do cafezal, também poderia ter sido considerada para a análise. Considerando-se que em um hectare de cafezal, nas condições do talhão em que o ensaio foi conduzido, produzam-se em torno de 40 m<sup>3</sup> de lenha e que o preço de mercado seja de R\$ 15,00/m<sup>3</sup>, a receita obtida pela venda da lenha seria de R\$ 600,00/ha. Nessa situação, o valor custeado por cada saca de feijão para a renovação do cafeeiro seria minimizado igualmente para todos os tratamentos, o que tornaria o cultivo do feijoeiro intercalado ao cafezal ainda mais vantajoso economicamente.

## 6 CONCLUSÕES

O aumento do número de linhas de feijoeiro aumenta a receita e o lucro proporcionados pelo feijão e reduz os custos médios de produção do feijão, de formação ou renovação do cafeeiro e do consórcio e, ainda, os pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados, independentemente do tipo de lavoura e da dose de adubação do feijoeiro. Conseqüentemente, a cobertura dos custos operacionais e totais de formação ou renovação do cafeeiro pelo lucro do cultivo intercalar do feijoeiro também cresceu com o incremento do número de linhas intercalares.

O lucro obtido com o cultivo de três linhas intercalares de feijoeiro, em uma safra da seca, em cafeeiro recém-plantado no espaçamento de 3m entre linhas, possibilita a cobertura de aproximadamente 40% dos custos totais de formação do cafezal até os seis meses de idade. Com o cultivo de duas linhas de feijoeiro, em duas safras (águas e seca), intercalado ao cafeeiro no espaçamento de 2m entre linhas, é possível o custeio de cerca de 30% dos custos totais de formação do cafeeiro até os dezoito meses de idade e de 65% dos custos de renovação do cafeeiro até dez meses após a recepa.

O aumento da dose de adubação do feijoeiro eleva os pontos de resíduo e nivelamento dos sistemas de produção estudados e o custo de produção do feijão, sem aumento significativo da receita, independentemente do tipo de lavoura, além de reduzir o lucro obtido com o cultivo do feijoeiro intercalar e o percentual de cobertura dos custos operacionais e totais do cafeeiro em formação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E. N. de; BARTHOLO, G. F.; CHEBABI, M. A. A. O manejo de mato em cafeeiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 25-28, jun. 1989.

CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares na formação de lavouras cafeeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guaraparí. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977a. p. 55-57.

CHAVES, J. C. D. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guaraparí. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977b. p. 62-64.

CHAVES, J. C. D.; GARCIA, A.; ASSUMPÇÃO, L. C.; KRANZ, W. M.; COLASSANTE, O. Estudos de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambú. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 173-175.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

CULTIVAR de feijão Talismã. Sete Lagoas: UFLA/UFV/Embrapa/Epamig, 2002. Folder.

FERNANDES, D. R. Manejo do cafezal. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1986, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 1986. p. 275-278.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e Resumo...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000. 467 p.

GUIMARÃES, P. T. G.; BARTHOLO, G. F.; MELLES, C. C. A.; ALVARENGA, M. P. O acompanhamento de lavouras de café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162. p. 12-25, jun. 1989.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V. , 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.; OLIVEIRA, J. A. de. **Cafeeiro**. 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, 1999. p. 289-302.

KIKUTI, H. **Resposta do feijoeiro (cv. BRS-Talismã) a doses de nitrogênio e fósforo**. 2004. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; BARTHOLO, G. F.; ALVARENGA, M. P. **Podas para a renovação do cafeeiro**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 29-32, jun. 1989.

MOURA, P. A. M. de. **Alguns indicadores para análise econômica do consórcio feijão e milho**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 3-10, out. 1984.

RAMALHO, M. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de; GARCIA, J. C. **Recomendações para o planejamento e análise de experimentos com as culturas de milho e feijão consorciadas**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPAP, 1983. 74 p. (EMBRAPA/CNPAP. Documentos n. 2).

REIS, R P. **Fundamentos de economia aplicada**. Ed. rev. e amp. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95 p.

RODRIGUES, J. R. de M. **Resposta do feijoeiro (cvs. Carioca e Pérola) a doses de N e P**. 2001. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTINATO, R.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V.; MIGUEL, A. E. **Bata inglesa (Solanum tuberosum L.) como cultura intercalar de cafezal em formação (1o, 2o e 3o ano)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977a. p. 165-169.

SANTINATO, R.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V.; MIGUEL, A. E. **Feijão (Phaseolus vulgaris L.) como cultura intercalar de cafezal em formação (1o, 2o**

e 3o ano). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5., 1977, Guaraparí. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1977b. p. 212-215.

SANTINATO, R.; MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A.; BARROS, A. V. Feijão como cultura intercalar nos dois primeiros anos de formação de cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4., 1976, Caxambú. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 243-245.

SANTOS, M. L. dos; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa: UFV, 1998. p. 19-53.

SARTORATO, A.; ANTUNES, I. F.; KLUTHCOUSKI, J.; ROCHA, J. A. M.; TEIXEIRA, M. G.; YOKOYAMA, M.; SILVEIRA, P. M. da; GUAZZELLI, R. J. **Sistemas de produção para o cultivo de feijão no inverno**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1981. 17 p. (EMBRAPA/CNPAF. Circular Técnica, n. 12).

SARTORATO, A.; AQUINO, A. R. L. de; CONTO, A. J. de; SELJAS, C. A. R.; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; ROCHA, J. A. M.; YOKOYAMA, M.; SILVEIRA, P. M. da; GUAZZELLI, R. J. **Recomendações técnicas para a cultura do feijão com irrigação suplementar**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1982. 22 p. (EMBRAPA/CNPAF. Circular Técnica, n. 16).

SILVA, O. F. da. **O feijão de inverno: Aspectos econômicos da cultura em Goiás**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1995. 32 p. (EMBRAPA/CNPAF. Documentos, n. 57).

VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designa-las. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 42, n. 244, p. 685-688, nov./dez. 1995.

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

**ANEXOS**

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

**TABELA 1A.** Tratamentos experimentais em função do número de linhas intercalares e da dose de adubação do feijoeiro cv. Talismã intercalado ao cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado (Lavoura 1), cv. Topázio em formação (Lavoura 2) e cv. Acaíá em renovação após recepa (Lavoura 3). UFLA, Lavras, MG, 2004.

<u>Número de linhas</u>			
<u>Tratamento</u>	<u>Lavoura 1</u>	<u>Lavouras 2 e 3</u>	<u>Dose adubação</u>
1	1	1	0,00
2	1	1	0,50
3	1	1	1,00
4	1	1	1,50
5	3	2	0,00
6	3	2	0,50
7	3	2	1,00
8	3	2	1,50
9	4	3	0,00
10	4	3	0,50
11	4	3	1,00
12	4	3	1,50
13	6	4	0,00
14	6	4	0,50
15	6	4	1,00
16	6	4	1,50
<b>Monocultivo</b>			<b>1,00</b>

**TABELA 2A.** Coeficientes técnicos dos insumos e serviços gastos para a produção de feijão cv. Talismã intercalado ao cafeeiro cv. Topázio em formação e cv. Acaia em renovação após recepa. Safra das águas. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

Especificações		Tratamentos																
Insumos	Unid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mon
Sementes	kg	15,00	15,00	15,00	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	45,00	45,00	45,00	45,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Adubo plantio	kg	0,00	22,50	45,00	67,50	0,00	45,00	90,00	135,00	0,00	67,50	135,00	202,50	0,00	90,00	180,00	270,00	180,00
Adubo cobertura	kg	0,00	8,33	16,65	24,98	0,00	16,65	33,30	49,95	0,00	24,98	49,95	74,93	0,00	33,30	66,60	99,90	66,60
Sacaria	sc	20,49	20,74	23,07	21,70	35,14	35,99	35,71	34,21	45,09	57,32	51,12	48,11	60,53	56,04	58,63	61,70	71,16
<b>Serviços</b>																		
Gradagem	HM	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Plantio	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Capina	DH	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Adub cobertura	DH	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,50	1,50	1,50	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Colheita	DH	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Secagem	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Trilha	HM	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Transp interno	HM	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

<sup>1</sup> Gastos efetivos nos ensaios ou adaptados da literatura (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al, 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981; Sartorato et al., 1982; Silva, 1995).

**TABELA 3A.** Coeficientes técnicos dos insumos e serviços gastos para a produção de feijão cv. Talismã intercalado ao cafeeiro cv. Topázio em formação e cv. Acaí em renovação após recepa. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

Especificações		Tratamentos																	
Insumos	Unid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mon	
Sementes	kg	15,00	15,00	15,00	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	45,00	45,00	45,00	45,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	
Adubo plantio	kg	0,00	22,50	45,00	67,50	0,00	45,00	90,00	135,00	0,00	67,50	135,00	202,50	0,00	90,00	180,00	270,00	180,00	
Adubo cobertura	kg	0,00	8,33	16,65	24,98	0,00	16,65	33,30	49,95	0,00	24,98	49,95	74,93	0,00	33,30	66,60	99,90	66,60	
Herbicida	litro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sacaria	sc	8,72	13,29	12,89	11,91	20,92	19,81	20,27	22,00	25,21	26,89	24,02	27,11	31,35	34,13	30,40	31,74	35,28	
<b>Serviços</b>																			
Preparo do solo	DH	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
Plantio	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
Aplic herbicida	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Adub cobertura	DH	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,50	1,50	1,50	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Colheita	DH	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Secagem	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Trilha	HM	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Transp interno	HM	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	

<sup>1</sup> Gastos efetivos nos ensaios ou adaptados da literatura (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al, 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981; Sartorato et al., 1982; Silva, 1995).

**Tabela 4A.** Coeficientes técnicos dos insumos e serviços gastos para a produção de feijão cv. Talismã intercalado ao cafeeiro cv. Catucaí recém-plantado. Safra da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

Especificações		Tratamentos																	
Insumos	Unid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mon	
Sementes	kg	10,00	10,00	10,00	10,00	30,00	30,00	30,00	30,00	40,00	40,00	40,00	40,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	
Adubo plantio	kg	0,00	15,00	30,00	45,00	0,00	45,00	89,99	134,99	0,00	59,99	119,99	179,98	0,00	89,99	179,98	269,97	179,98	
Adubo cobertura	kg	0,00	5,55	11,10	16,65	0,00	16,65	33,30	49,95	0,00	22,20	44,40	66,59	0,00	33,30	66,59	99,89	66,59	
Sacaria	sc	11,65	11,71	9,08	11,08	26,65	27,68	25,80	29,11	35,28	35,80	36,91	37,31	44,11	47,00	48,84	46,80	35,28	
<b>Serviços</b>																			
Gradagem	HM	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Plantio	DH	0,67	0,67	0,67	0,67	2,00	2,00	2,00	2,00	2,67	2,67	2,67	2,67	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
Capina	DH	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
Adub cobertura	DH	0,00	0,33	0,33	0,33	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,33	1,33	1,33	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Colheita	DH	1,33	1,33	1,33	1,33	4,00	4,00	4,00	4,00	5,33	5,33	5,33	5,33	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Secagem	DH	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Trilha	HM	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,33	1,33	1,33	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Transp interno	HM	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,33	1,33	1,33	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	

<sup>1</sup> Gastos efetivos nos ensaios ou adaptados da literatura (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al, 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981; Sartorato et al., 1982; Silva, 1995).

**Tabela 5A.** Custo dos fatores de produção de feijão cv. Talismã em consórcio com cafeeiro recém-plantado, em formação ou renovação. Safra das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004<sup>1</sup>.

<b>Especificações</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário</b>
Aluguel da terra	(R\$/ha/ano)	267,36
<b>Insumos</b>		
Sementes	Kg	3,16
Adubo plantio	Kg	1,31
Adubo cobertura	Kg	1,05
Herbicida	litro	145,00
Sacaria	Sc	0,50
<b>Serviços</b>		
Aração	H/M	17,00
Gradagem	H/M	17,00
Preparo do solo	D/H	10,00
Plantio	D/H	10,00
Capina	D/H	10,00
Aplicação herbicida	D/H	10,00
Adubação cobertura	D/H	10,00
Colheita	D/H	10,00
Secagem	D/H	10,00
Trilha	H/M	17,00
Transporte interno	H/M	17,00

<sup>1</sup>Preços coletados na base de dados do Departamento de Administração e Economia (DAE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) ou mediante consulta direta ao mercado da região.

**Tabela 6A.** Preços e coeficientes técnicos do aluguel da terra e dos insumos utilizados na implantação e condução do cafeeiro recém-plantado (Lav 1), em formação (Lav 2) e recepado (Lav 3) em consórcio com o feijoeiro nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Especificações	Unidade	Preço <sup>1</sup> (R\$/unid)	Coef. Técnicos <sup>2</sup>		
			Lav 1	Lav 2	Lav 3
Aluguel da terra	R\$/mês	22,28	6	18	10
<b>Insumos</b>					
Calcário dolomítico	tonelada	33,75	—	0,5	—
Calcário calcítico	tonelada	83,00	—	—	2,2
Mudas	unidade	0,17	5.600	8.500	—
Super simples	saca 50 kg	27,40	33	50	—
20-00-20	saca 50 kg	43,13	—	45,83	33,33
Uréia	saca 50 kg	52,40	2,5	8,33	8,33
Sulf zinco	kg	1,78	0,25	1,5	39
Ac bórico	kg	3,16	0,25	1,5	1,5
Cloreto potássio	kg	0,85	0,3	0,9	0,9
Oxicloreto cobre	kg	14,57	2	6	6
Benlate	kg	55,00	0,05	0,5	0,5
Espalhante	litro	8,00	0,01	0,15	0,15
Goal	litro	90,00	—	6	—

<sup>1</sup>Preços coletados na base de dados do Departamento de Administração e Economia (DAE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) ou mediante consulta direta ao mercado da região.

<sup>2</sup>Gastos efetivos nos ensaios ou adaptados da literatura (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al, 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981; Sartorato et al., 1982; Silva, 1995).

**Tabela 7A.** Preços e coeficientes técnicos dos serviços realizados para a implantação e condução do cafeeiro recém-plantado (Lav 1), em formação (Lav 2) e recepado (Lav 3) em consórcio com o feijoeiro nas safras das águas e da seca. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Serviços	Unidade	Preço <sup>1</sup> (R\$/unid)	Coef. Técnicos <sup>2</sup>		
			Lav 1	Lav 2	Lav 3
Sub-solagem	HM	35,00	4	—	—
Gradagem pesada	HM	35,00	3	—	—
Aração	HM	35,00	—	4	—
Calagem	DH	10,00	—	2	2
Gradagem	HM	17,00	—	2	2
Alinhamento	DH	10,00	3	3	—
Sulcamento	HM	17,00	3	4	—
Coveamento	DH	10,00	4	6	—
Distribuição adubos	DH	10,00	2	2	—
Plantio	DH	10,00	6	8	—
Adubação cobertura	DH	10,00	4	12	6
Aplicação herbicida	DH	10,00	—	1	—
Capinas (Dens 1 e 2)	DH	10,00	32	63	63
Capinas (Dens 3)	DH	10,00	24	54	54
Capinas (Dens 4)	DH	10,00	16	36	36
Capinas (Monoc. café)	DH	10,00	52	98	98
Pulverizações	DH	10,00	2	5	3
Transporte mudas	HM	17,00	2	2	—
Recepa (motosserra)	DH	30,00	—	—	10
Palitamento (foice)	DH	10,00	—	—	16
Retirada da lenha	DH	10,00	—	—	5
Desbrotas	DH	10,00	—	—	25
Aplicação Sulfato Zn	DH	10,00	—	—	1
Transporte lenha	HM	17,00	—	—	2
Transporte insumos	R\$/Ton		1,77	5,68	4,33

<sup>1</sup>Preços coletados na base de dados do Departamento de Administração e Economia (DAE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) ou mediante consulta direta ao mercado da região.

<sup>2</sup>Gastos efetivos nos ensaios ou adaptados da literatura (Alcântara et al., 1989; Guimarães et al., 1989; Kikuti, 2004; Melles et al, 1989; Moura, 1984; Ramalho et al., 1983; Rodrigues, 2001; Santos & Braga, 1998; Sartorato et al., 1981; Sartorato et al., 1982; Silva, 1995).

