

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E
REPRODUTIVA DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.)
EM DIVERSOS ESPAÇAMENTOS, ANTES E APÓS
“RECEPA”**

SÉRGIO PARREIRAS PEREIRA

2004

SÉRGIO PARREIRAS PEREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E
REPRODUTIVA DE CAFEIROS (*Coffea arabica* L.)
EM DIVERSOS ESPAÇAMENTOS ANTES E APÓS
“RECEPA”**

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.

Orientador

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

Pereira, Sérgio Parreiras

Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros (*Coffea arabica*) em diversos espaçamentos, antes e após “recepa”. / Sérgio Parreiras Pereira. – Lavras: UFLA, 2004.

105 p.: il.

Orientador: Rubens José Guimarães

Dissertação (Mestrado) – UFLA

Bibliografia.

1. Café. 2. Espaçamento. 3. Produção. 4. Arquitetura. 5. Teor de carboidrato. 6. Poda. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.73

SÉRGIO PARREIRAS PEREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E
REPRODUTIVA DE CAFEIROS (*Coffea arabica* L.)
EM DIVERSOS ESPAÇAMENTOS, ANTES E APÓS
“RECEPA”**

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 10/12/2004

Dr. Gabriel Ferreira Bartholo EMBRAPA

Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães EPAMIG

Prof. Dr. Rubens José Guimarães
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

À minha esposa, Cibele, minha filha Elis e aos outros que virão.

Aos meus pais, Luiz Sérgio e Maria Lúcia.

Aos meus, avós José Geraldo e Alzira.

Ao Sargento Mor Francisco de Melo Palheta, que introduziu, em 1727, as primeiras mudas e sementes de café no Brasil.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao seu Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café CBP&D/ Café, pela bolsa de estudos e pelo aporte financeiro para a execução do trabalho.

Ao professor Dr. Rubens José Guimarães, pela amizade e orientação no decorrer do curso.

Aos pesquisadores Dr. Gabriel Ferreira Bartholo, Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães e Dr. Edson Marques da Silva, pela amizade, orientação profissional e apoio durante os últimos anos.

Ao Professor Dr. José Donizeti Alves, pela amizade e contribuição valiosa na co-orientação do trabalho.

Ao gerente da Fazenda Experimental de Machado, Gilmar José Cereda e ao técnico agrícola Reginaldo Cabral, pela amizade e auxílio na condução do experimento. Agradecimento extensivo aos funcionários de campo desta unidade da EPAMIG que muito nos auxiliaram e ensinaram sobre a cafeicultura.

Ao pesquisador Régis Pereira Venturin, pelos anos de companheirismo e aos pesquisadores do CBP&D-Café em Lavras Dárlan Einstein do Livramento, Marcelo Márcio Romaniello e Marcelo Ribeiro Malta.

Aos demais colegas da EPAMIG, especialmente à equipe do Laboratório de Qualidade de Café Dr. Alcides Carvalho.

Aos colegas do curso de Mestrado e aos colegas do Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF).

Aos demais que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

SÉRGIO PARREIRAS PEREIRA, filho de Luiz Sérgio de Paiva Pereira e Maria Lúcia Parreiras de Paiva Pereira, nasceu em 10 de junho de 1974, na cidade de Poços de Caldas, Minas Gerais.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo em 1997, pela Universidade de Alfenas, UNIFENAS.

Pesquisador do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D-Café na Fazenda Experimental de Machado de Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), entre julho de 1998 e julho de 2002.

Ingressou no curso de mestrado na Universidade Federal de Lavras em fevereiro de 2003.

Recentemente foi aprovado em concurso para pesquisador científico no Instituto Agrônomo de Campinas, nomeado para o cargo em dezembro de 2004.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS.....	i
	LISTA DE FIGURAS.....	v
	RESUMO.....	viii
	ABSTRACT.....	ix
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1	Histórico dos espaçamentos adotados na cultura do cafeeiro.....	3
2.2	Produção e produtividade de cafeeiros em sistema adensado.....	7
2.3	Arquitetura de cafeeiros em sistema de plantio adensado.....	10
2.4	Teores de carboidratos de cafeeiros.....	12
2.5	Poda e rejuvenescimento de cafeeiros.....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Caracterização da área experimental.....	18
3.2	Delineamento experimental, caracterização das parcelas e dos tratamentos.....	19
3.3	Condução do experimento.....	19
3.4	Avaliações.....	21
3.4.1	Produção e produtividade.....	21
3.4.2	Arquitetura de planta.....	21
3.4.3	Teores de carboidratos.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSÃO.....	25
4.1	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a produtividade.....	25
4.1.1	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a produtividade, ano após ano.....	25
4.1.2	Conseqüências da redução de espaçamentos de plantio sobre a produtividade em cada biênio.....	33
4.1.3	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a produtividade média dos nove anos.....	38

4.1.4	Conseqüências da combinação de espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio sobre a produtividade e a produção individual dos cafeeiros.....	43
4.2	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a bienalidade dos cafeeiros.....	48
4.3	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a arquitetura das plantas.....	52
4.3.1	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a altura das plantas.....	53
4.3.2	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros (saia).....	57
4.3.3	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o comprimento da copa.....	61
4.3.4	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o diâmetro da copa.....	62
4.3.5	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o diâmetro do caule.....	64
4.4	Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre os teores caulinares de carboidratos.....	66
4.5	Conseqüências da redução de espaçamento sobre o crescimento vegetativo das brotações.....	74
5	CONCLUSÕES.....	86
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7	ANEXOS.....	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Características químicas e físicas do solo original da área onde foi plantado o ensaio, obtidas de amostras superficiais (0-20 cm) no Campo Experimental de Machado, em outubro de 1991 , município de Machado, MG. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	18
TABELA 2	Produtividade de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio em sacas de café beneficiado por hectare, entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	27
TABELA 3	Produção de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio em gramas de café beneficiado por planta, entre os anos de 1994 a 2002 UFLA, Lavras, MG, 2004.....	28
TABELA 4	Produtividade de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre plantas na linha de plantio em sacas de café beneficiado por hectare entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras -MG, 2004.....	30
TABELA 5	Produção de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre plantas na linha de plantio em gramas de café beneficiado por planta, entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	31
TABELA 6	Produções e produtividades de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre linhas de plantio em gramas por planta (g/planta) e sacas por hectare (Sc/ha) de café beneficiado em quatro biênios. UFLA, Lavras -MG, 2004.....	36
TABELA 7	Produções e produtividades de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre plantas na linha de plantio em gramas por planta (g/planta) e sacas por hectare (sc/ha) de café beneficiado, em quatro biênios. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	36

TABELA 8	Produtividade e produção médias observadas e estimadas pela equação de regressão de nove colheitas (1994-2002) em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio em sacas por hectare e gramas por planta de café beneficiado. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	39
TABELA 9	Produtividade e produção médias observadas e estimadas pela equação de regressão de nove colheitas (1994-2002) em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio em sacas por hectare e gramas por planta de café beneficiado. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	39
TABELA 10	Produções médias de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado e gramas por planta de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	44
TABELA 11	Magnitude da bienalidade de produção por meio da oscilação da produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.	49
TABELA 12	Magnitude da bienalidade de produção por meio da oscilação da produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	49
TABELA 13	Bienalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função da combinação de espaçamentos entre as linhas de plantio e as plantas na linha. UFLA, Lavras MG, 2004.....	51
TABELA 14	Médias das características vegetativas ligadas à arquitetura das plantas em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio avaliadas em agosto de 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	53

TABELA 15	Médias das características vegetativas ligadas à arquitetura das plantas em agosto de 2002, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	53
TABELA 16	Produção em sacas por hectare e gramas por planta, da safra de 2002 e teores de amido e de açúcares solúveis totais no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	68
TABELA 17	Produção em sacas por hectare e gramas por planta da safra de 2002 e teores de açúcares solúveis totais e de amido no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre plantas nas linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	72
TABELA 18	Comprimento e diâmetro dos brotos, diâmetro das saias e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio independente da época de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	76
TABELA 19	Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio, e a diferentes épocas de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	76
TABELA 20	Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio independente da época de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	77
TABELA 21	Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio e a diferentes épocas de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	79
TABELA 22	Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros em função da época de poda, independente dos espaçamentos adotados. UFLA, Lavras, MG, 2004...	79

TABELA 23	Produção em gramas por planta e produtividade em sacas por hectare de café beneficiado em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio – cafeeiros podados em julho de 2002 e colheita em agosto de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	82
TABELA 24	Produção em gramas por planta e produtividade em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio – cafeeiros podados em julho de 2002 e colheita em agosto de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	83

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Passos da coleta dos discos caulinares de cafeeiros. 1- Recepa do cafeeiro a 40 cm de altura com utilização de uma motosserra; 2- corte do disco caulinar de aproximadamente 1 cm de espessura; 3- corte dos discos em fragmentos menores; 4- amostra envolta em papel alumínio, etiquetada e armazenada em nitrogênio líquido. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	23
FIGURA 2	Produtividade de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio ao longo de nove anos em sacas de café beneficiado por hectare. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	27
FIGURA 3	Produção de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio ao longo de nove colheitas, em gramas de café beneficiado por planta. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	29
FIGURA 4	Produtividade de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, ao longo de nove colheitas em sacas de café beneficiado por hectare. UFLA, Lavras, MG, 2004...	30
FIGURA 5	Produção de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, ao longo de nove colheitas em gramas de café beneficiado por planta. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	32
FIGURA 6	Produtividade média de nove colheitas (1994-2002) em sacas por hectare de café beneficiado em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	40
FIGURA 7	Produção média de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	41
FIGURA 8	Produção média de nove colheitas (1994-2002), em gramas por planta de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio UFLA, Lavras, MG, 2004.....	41

FIGURA 9	Produções médias de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	44
FIGURA 10	Produções médias de nove colheitas (1994-2002), em gramas por planta de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	45
FIGURA 11	Média da altura dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	54
FIGURA 12	Média da altura dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	55
FIGURA 13	Comparação entre as medidas de altura de cafeeiros submetidos a diferentes combinações de espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio: 1 – Espaçamento de 3,50 x 1,00 m e 2 - Espaçamento de 2,00 x 0,50 m., Fazenda Experimental de Machado, janeiro de 2003. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	56
FIGURA 14	Média da altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	58
FIGURA 15	Média da altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	59
FIGURA 16	Comparação entre as medidas de altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros de cafeeiros submetidos a diferentes combinações de espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio: 1 – Espaçamento de 3,50 x 1,00 m e 2- Espaçamento de 2,00 x 0,50m., Fazenda Experimental de Machado, janeiro de 2003. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	60

FIGURA 17	Média do comprimento da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	61
FIGURA 18	Média do diâmetro médio da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.	63
FIGURA 19	Média do diâmetro médio da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	64
FIGURA 20	Média do diâmetro médio o caule dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG,2004.....	66
FIGURA 21	Cafeeiros submetidos à recepa total em épocas distintas: À direita podado após a colheita (julho de 2002) e à esquerda podado seis meses após (janeiro 2003). Foto 1 no mês de julho de 2003 e Foto 2 no mês de julho de 2004. Fazenda Experimental de Machado. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	80
FIGURA 22	Cafeeiros podados em julho de 2002, apresentando, dois anos após a recepa, em julho de 2004 uma produção extremamente significativa. Fazenda Experimental de Machado. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	84

RESUMO

PEREIRA, Sérgio Parreiras. Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em diversos espaçamentos antes e após “recepta”. Lavras: UFLA, 2004. 105 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia / Fitotecnia)

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG em Machado, sul de Minas Gerais, em 1992, com o objetivo de avaliar as conseqüências da redução de espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio sobre a produção e a fenologia do cafeeiro. Entre os anos de 1994 e 2002 foram avaliadas a produção individual e a produtividade de cada um dos tratamentos, que permitiu também o estudo da bienalidade do cafeeiro. Em julho de 2002, anteriormente à poda e em julho de 2004 foram avaliadas as características relativas ao crescimento dos cafeeiros. No ano de 2002, foi efetuada a poda tipo “recepta”, que possibilitou a avaliação dos teores de carboidratos dos cafeeiros. A produção de café beneficiado por planta foi afetada negativamente com a redução dos espaçamentos e a produtividade aumentou à medida em que aumentou o número das plantas, tanto entre linhas quanto entre as plantas na linha. O menor espaçamento entre as plantas na linha mostrou-se vantajoso, principalmente nas primeiras colheitas e a combinação entre os espaçamentos entre as linhas e na linha destacaram-se como fator preponderante para a obtenção para uma boa produtividade. A bienalidade de produção não se mostrou minimizada pelo adensamento, tanto entre as linhas quanto entre as plantas na linha de plantio, parecendo ser uma característica intrínseca à fisiologia do cafeeiro. Demonstrou-se que as características ligadas ao crescimento vegetativo estiveram altamente correlacionadas aos espaçamentos adotados e que a altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros não foi um bom parâmetro para se inferir a respeito da melhor época para a adoção da poda. Os teores de carboidratos não se correlacionaram com o excesso de carga dos cafeeiros, uma vez que as plantas que mais produziram foram as que apresentaram maiores teores. Os espaçamentos adotados e seus respectivos teores de carboidratos não influenciaram o crescimento de nenhum dos componentes vegetativos das brotações. Todas as características vegetativas foram influenciadas positivamente pela adoção da poda precoce, assim como a produtividade da primeira colheita após a poda, que foi também influenciada positivamente pela adoção dos espaçamentos mais adensados. Os cafeeiros que foram submetidos à poda tardia não produziram, em julho de 2004, como aquelas podadas precocemente.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Rubens José Guimarães (Orientador) – UFLA;
Dr. Gabriel Ferreira Bartholo – EMBRAPA; Prof. Dr. José Donizeti Alves -UFLA.

ABSTRACT

PEREIRA, Sérgio Parreiras. Phenological and reproductive characterization of coffee plants (*Coffea arabica* L.) in different plant spacing between rows and plants, before and after pruning. Lavras, UFLA, 2004, 105p. Dissertation (Agronomy Master in Crop).

The experiment was established in the Epamig Experimental Farm, located in the city of Machado, south of the Minas Gerais state, in Brazil, in the year of 1992, with the objective of evaluating the consequences of the reduction on the planting spaces among the rows and among plants, over the yield and phenology of the coffee plants. Between the years 1994 and 2002, the individual plant yield and the yield of each treatment were evaluated. These measurements also made possible the study of the biennial production of the coffee trees. On July 2002, before pruning, and, on July 2004, the relative growth characteristics of the coffee trees were evaluated. In the year 2002 a drastic pruning type was conducted, allowing the evaluation of the carbohydrates contents in the coffee plants. The individual plant yield of processed coffee, was negatively affected by the spacing reduction and the yield was enhanced as the plants density increased among rows and among plants in the row. Reducing the spacing among plants in the row showed to be an advantage, particularly over the initial harvests, and the combination of the different spacing among rows and in the row, outstands as a strong factor to obtain a good yield. The biennial yield did not show a decrease by the elevation of planting density neither among the rows or among plants in the planting row, showing that this is an intrinsic characteristic of the coffee plant's physiology. It was demonstrated that the characteristics related to vegetative growth were highly correlated to the spacing adopted, and that the length of the distance of the lowest plagiotrophic branches to the soil, is not a good parameter to deduce about the best time to have the pruning done. The carbohydrate contents were not correlated with the excessive yield of the coffee plants, once the plants that produced most, were those that showed the highest levels. The spacing adopted and its respectively carbohydrates contents did not have influence in the growth of any of the vegetative components of sproutings. All the vegetative characteristics were positively influenced by the early pruning procedure, as well as the yield of the first harvest after pruning, which also showed to be positively influenced by the adoption of a smaller spacing. The coffee plants which were submitted to late pruning, did not produce so well on July 2004 as those which were precociously pruned.

Guidance Committee: Prof. Dr. Rubens José Guimarães (Supervisor) – UFLA;
Dr. Gabriel Ferreira Bartholo – EMBRAPA; Prof. Dr. José Donizeti Alves -UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Desde que o cafeeiro foi introduzido no Brasil em, 1727, foi conduzido nas mais diversas formas de manejo, solos, clima e declividade, sendo que os espaçamentos, nos seus vários arranjos, procuraram sempre uma produtividade máxima. Atualmente, parece haver uma tendência de redução dos espaçamentos do plantio na maioria das culturas, especialmente das lenhosas perenes. No caso do cafeeiro, as principais vantagens dos plantios adensados são o ganho em produtividade, com maior eficiência na utilização da radiação solar, da água e dos minerais e, possivelmente, pelo melhor controle das plantas invasoras e algumas pragas e doenças.

Muitos trabalhos foram conduzidos nos últimos anos sobre plantio do cafeeiro em sistema adensado em diferentes partes do mundo. Entretanto, há carência de informações sobre as conseqüências do adensamento no desenvolvimento vegetativo e na fisiologia do cafeeiro. A quase totalidade das pesquisas aborda apenas as conseqüências do adensamento sobre a produção e a produtividade, desvinculada de um manejo global ou integrado da cultura adensada. Assim ficam dificultadas as interpretações de muitos resultados, aparentemente contraditórios, obtidos por meio de metodologias e ambientes variáveis.

Uma lavoura é considerada eficiente quando é capaz de formar, ano após ano, um extenso e bem iluminado dossel, com alta taxa fotossintética, capaz de produzir muitos grãos e de mobilizar grandes quantidades de carboidratos para enchimento dos frutos. Por outro lado, existe ocorrência de lavouras com sintomas de depauperamento, o que é tido como o esgotamento progressivo de

carboidratos das plantas ao longo de ciclos bienais ou trienais de produções elevadas. Entretanto, a redução nos teores de carboidratos não está associada somente com a formação de frutos, pois estas reservas variam semelhantemente nas plantas com ou sem frutos.

Com o advento do adensamento das lavouras, geralmente com alto grau de fechamento entre e dentro das linhas de plantio, é constatada a necessidade da poda, como instrumento de rejuvenescimento e manutenção da produtividade da lavoura, incrementando a rentabilidade do cafeicultor.

Na literatura são encontrados inúmeros trabalhos sobre poda de cafeeiros e, na maioria das vezes, eles apresentam resultados contraditórios ou pouco conclusivos. Uma possível explicação para estes resultados divergentes é a não consideração, na elaboração do projeto, de uma avaliação do estado fisiológico em que a planta se encontra.

Inserido neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as conseqüências da redução de espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio sobre a produção e a fenologia dos cafeeiros, antes e após a “recepta”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico dos espaçamentos adotados na cultura do cafeeiro

O cafeeiro é uma planta originária do continente africano, com centro de origem localizado na Etiópia, caracterizando-se como planta de sub-bosque. Foram os holandeses que disseminaram o café pelo mundo e, no Brasil, as primeiras sementes e mudas foram trazidas do Suriname para a cidade de Belém do Pará, em 1727. Nos anos seguintes, a cultura foi disseminada para o estado do Maranhão, chegando à Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná (Graner & Godoy Júnior, 1967) e, mais recentemente, para o Mato Grosso e Rondônia.

Os primeiros registros a respeito de espaçamentos de café no Brasil foram citados por Taunay (1945) e datam de 1813. O autor comenta que Borges de Barros recomendava, na revista “O Patriota”, que as lavouras sombreadas deveriam obedecer ao espaçamento de nove palmos (1,98 m) de cova a cova. Para lavouras plantadas a pleno sol, a medida do espaçamento deveria ser o dobro; nas duas situações, preconizava-se a utilização de 6 a 8 plantas por cova.

Luiz Couty, também citado por Taunay (1945), afirmava, em 1833, que eram más as condições de implantação das lavouras plantadas com as covas muito próximas uma das outras, espaçadas de 12 a 14 palmos (2,64 a 3,08 m), o que resultava no entrelaçamento dos ramos, originando a formação de moitas com efeitos prejudiciais à produção. O mesmo autor cita, ainda, que no estado de São Paulo foi onde se conduziu a maioria destes espaçamentos; na fazenda Santa Gertrudes, do Marquês de Três Rios, no Vale do Paraíba, o espaçamento adotado era de 18 palmos (3,96 m) e em Ibicaba, SP, na fazenda do Marquês de Limeira, o espaçamento era de 20 palmos (4,40 m). Em Campinas existiam plantios que variavam de 22 a 24 palmos (4,48 a 5,28 m).

Ainda naquela época, constatou-se que um único espaçamento nem sempre servia para todos os tipos de solo. Nos municípios de Barra Mansa, Rezende e Valença, todos no Rio de Janeiro, a média de vida dos cafezais era de 30 a 35 anos e de 40 a 45 anos em Cantagalo, RJ. No estado de São Paulo encontravam-se cafezais com 50 anos bastante vigorosos o que atribuiu aos espaçamentos e aos tipos de solo onde eram cultivados. Em Cantagalo, RJ, para lavouras plantadas de 12 a 14 palmos (2,64 a 3,08 m), a produção era de 50 arrobas (750 kg) de café beneficiado por mil cafeeiros, enquanto que em Campinas, SP, a produção era de 70 arrobas (1050 kg) em cafezais com espaçamento semelhante (Taunay, 1945).

O agrônomo Dr. Nicolau Moreira, citado ainda por Taunay (1945), ao referir-se à produção cafeeira em 1873, observou que conforme a natureza do solo e o vigor das plantas, no Rio de Janeiro e em Minas Gerais, cada planta produzia de uma a sete libras (496 a 3123 g) e que cafeeiros cultivados em solos de várzea espaçados de 20 palmos (4,40 m) atingiam vinte libras de café (9180 g por cova). No geral, mil pés produziam 100 arrobas (1500 kg de café beneficiado) e no Oeste Paulista, mil cafeeiros podiam alcançar uma produção de 300 arrobas (4500 kg de café beneficiado).

Os espaçamentos mencionados anteriormente foram amplamente utilizados até o início do século XX. Em 1927, já eram recomendados espaçamentos de 4,00 x 3,00 m para o estado de São Paulo; 4,00 x 3,50m para Minas Gerais e Espírito Santo e 3,50 x 3,50 para o estado do Rio de Janeiro. Recomendava-se ainda, que os alinhamentos para a marcação das covas fossem feitos sempre com cuidado, pois visavam não só uma equilibrada distribuição da área de solo entre os pés de café, mas também uma distribuição mais uniforme de luminosidade e arejamento (Camargo & Telles Júnior, 1953).

Por volta de 1932, a Seção de Café do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), iniciou os estudos sobre espaçamento, com o objetivo de

avaliar os que melhor se ajustavam às condições de cultivo de cafeeiros a pleno sol, mostrando que os antigos cafezais de São Paulo, em sua grande maioria, estavam plantados em espaçamentos demasiadamente largos, havendo a possibilidade de aumentar consideravelmente a produção por área, pelo emprego de menores espaçamentos (Barthollo et al. 1998). Os primeiros ensaios apresentavam um plano experimental simples com um delineamento sistemático, procurando avaliar as distâncias e o número de plantas por cova. Posteriormente, foram iniciados experimentos mais complexos, no intuito de se avaliar o efeito de outros fatores correlatos, como a adubação e a disposição das plantas no terreno (Lazzarini et al., 1967b).

No Brasil o primeiro ensaio de que se tem conhecimento, com o objetivo de se estudar diferentes espaçamentos e o número de plantas por cova, foi conduzido em Campinas por Mendes et al. (1967b), no período de 1932 a 1959, utilizando-se a variedade Típica, nos espaçamentos de 2,5 x 2,5m com uma e duas plantas por cova; 3,0 x 3,0 m com uma, duas, três e quatro plantas por cova. A produção acumulada entre 1935 e 1959 foi diretamente proporcional ao número de plantas por unidade de área, havendo um ganho relativo de 70 e 98%, nos espaçamentos de 2,5 x 2,5m, com uma e duas plantas por cova, respectivamente.

Em outro trabalho, com o mesmo objetivo, conduzido em Pindorama, SP, no período de 1936 a 1957 em dois experimentos, Mendes et al. (1967a) observaram uma tendência de diminuição de produção por cova com o adensamento, e ainda, um aumento de produção considerável por unidade de área. Com o mesmo objetivo, Lazzarini et al. (1967a) conduziram experimentos em Ribeirão Preto, no período de 1955 a 1959 e constataram menor produção por planta, porém maior por área, para os espaçamentos menores, tendo a produção de duas plantas por cova sido do que de uma e quatro plantas por cova.

Matiello (1995) afirmou que a partir do início da década de 1960, já eram recomendados espaçamentos retangulares, como 4,0 x 2,5 a 3,0 m com duas plantas por cova, para a cultivar Mundo Novo; para as cultivares Caturra e Bourbon, os espaçamentos variavam de 3,0 a 3,5 x 2,0 a 2,5m.

No livro Manual do Cafeicultor, Scaranari (1967) afirma que a distância nas entrelinhas deveria ser, no mínimo, de 4,00 m, podendo chegar a 4,50m, dependendo da fertilidade do solo e de 2,50m a distância entre as plantas nas linhas, baseando-se em resultados de pesquisa. Foram apresentados ainda novos sistemas de formação de cafezais, denominados de renque ou em sebe ou ainda avenida e plantio em faixas. Poderiam-se adotar espaçamentos de 0,50 a 1,0m entre as plantas na linha e linhas distanciadas de 4,00m, sendo que em um espaçamento mais adensado poderia totalizar 5.000 plantas por hectare, número de plantas que é preconizado nos dias de hoje. Em uma análise da produção de um ensaio na Companhia Agrícola São Quirino, em Campinas, SP, no período de 1956 a 1962, constatou-se um aumento linear de produção de forma significativa à medida que se reduziam as distâncias entre as plantas na linha de plantio.

Com a execução do “Plano de Renovação e Reviramento dos Cafezais”, a partir de 1970, foram introduzidos espaçamentos mais racionais, visando facilitar as práticas de cultivo das lavouras, especialmente as pulverizações para o controle de pragas e doenças, notadamente a ferrugem do cafeeiro, doença constatada naquela época (Bartholo et al., 1998).

Os espaçamentos passaram a ser recomendados variando de 3 a 4,5m nas entrelinhas e 1,5 a 2,0 entre covas, condicionando uma população média de 1.500 a 2.000 covas/hectare (Miguel et al., 1986). Recentemente, os espaçamentos preconizados variam de 2,0 a 4,0 m entre as linhas de plantio e de 0,5 a 1,0 m entre as plantas na linha de plantio, totalizando de 5.000 a 10.000 plantas por hectare. Novos sistemas conhecidos como plantios superadensados

e hiperadensados, com mais de 10.000 plantas por hectare, também vêm sendo estudados e já utilizados em algumas regiões.

2.2 Produção e produtividade de cafeeiros em sistema adensado

Um experimento desenvolvido por Viana et al. (1984) no período de 1978 a 1984 comparou dez espaçamentos crescentes entre as linhas de plantio variáveis de 1,28 a 6,62m e a distância entre as plantas na linha de 1,0m, com uma planta por cova ou de 2,0m com duas plantas por cova. Dessa forma, pode-se comparar diferentes populações de cafeeiros por unidade de área, que variavam de 755 a 7812 plantas por hectare. O aumento na produção foi observado com o adensamento do plantio, tendo o espaçamento entre as plantas de 1,0m com uma planta por cova sido superior em 22% àqueles entre as plantas de 2,0m com duas planta por cova.

Outro experimento parecido foi conduzido no período de 1979 a 1983 por Camargo et al. (1983), comparando oito espaçamentos crescentes nas entrelinhas, que variaram de 1,54 a 5,00m, e a distância entre as plantas na linha variando de 1,0m com uma planta por cova ou 2,0m com duas plantas por cova. Dessa forma, foi possível avaliar diferentes populações de cafeeiros por unidade de área, que variavam de 2.000 a 6.493 plantas por hectare. O aumento da produção com o adensamento do plantio ocorreu em todas as colheitas, sem ter havido necessidade de poda até a quinta colheita, aos 7 anos, além de demonstrar que o espaçamento entre as plantas de 1,0m com uma planta por cova era também superior ao o espaçamento entre as plantas de 2,0m com duas plantas por cova.

A partir da década de 1980, vários ensaios que mostravam grandes vantagens do plantio com menores distâncias entre covas na linha foram realizados. Assim, espaçamentos de 1,5 a 2,0 m reduziram-se para 0,5 a 1,0m.

(Matiello, 1995), dominando os plantios em renque, com 3,5 a 4,5 x 0,5 a 1,0 m e uma planta por cova. Cresceram também os plantios adensados, com 5.000 a 10.000 covas por hectare, chegando-se, nos últimos anos, inclusive, ao plantio superadensado, com mais de 20.000 plantas por hectare (Barthollo et al., 1998).

Viana et al. (1984) informaram, nessa época que os espaçamentos adensados despertavam interesse entre os cafeicultores das mais variadas regiões do país, devido à proporcionalidade direta existente entre o aumento do número de covas por hectare e a produtividade.

Para estudar o comportamento da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, Toledo et al. (1990a) utilizaram os espaçamentos de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m nas entrelinhas e de 0,5; 0,8 e 1,1 m entre as plantas na linha. Observaram que, quando foi fixado o espaçamento entre as linhas, com variação apenas entre as plantas, o espaçamento de 2,0 x 0,5 foi o mais eficiente. Entretanto, estes autores ressaltaram que o adensamento entre as linhas aumentou progressivamente as produções iniciais por área e que o adensamento entre as plantas na linha de plantio mostrou comportamento irregular, com ligeira superioridade para o espaçamento de 1,1m entre as plantas.

Com a cultivar Mundo Novo IAC 379-19, Toledo et al. (1990b), variaram os espaçamentos de 2,0 x 0,5 a 1,0m e 4,0 x 0,5 a 2,0 m, com uma planta por cova, com exceção do tratamento 4,0 x 2,0 m com duas plantas por cova. No espaçamento 4,0 x 0,5m, foi observada uma redução na produção que poderia estar associada ao excessivo fechamento das plantas e à maior incidência de ferrugem. Preconizaram, então, que, para a cultivar em estudo, o espaçamento ideal seria de 4,0 x 1,0 m, com uma planta por cova.

Os espaçamentos, entre e dentro das linhas de plantio, com relação à produtividade e à bienalidade da produção do cafeeiro foram também estudados por Mendes et al. (1994). Esses autores instalaram um ensaio com as cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19, em São Sebastião do

Paraíso, MG, com distâncias entre as linhas de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5m por 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0m entre as plantas, resultando em populações de plantas que variavam de 1.429 a 10.000 plantas por hectare. Constataram que a produtividade média das cinco primeiras colheitas aumentou linearmente com a redução do espaçamento e que o ciclo bienal de produção não foi afetado pelos espaçamentos. Em Patrocínio, MG, Guimarães et al. (1994) utilizaram a cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, em três espaçamentos entre as linhas, por três espaçamentos entre as plantas e quatro doses de fertilizantes. As diferentes doses de fertilizantes não influenciaram significativamente a produção. As produtividades médias cresceram à medida que se aumentou o adensamento, tanto entre as linhas quanto entre as plantas na linha, tendo as maiores produtividades sido obtidas nos menores espaçamentos. Observaram ainda que a bienalidade de produção era mais acentuada nos espaçamentos maiores, mostrando com isso que espaçamentos menores reduzem o efeito bienal da produção.

Com o objetivo de determinar o melhor espaçamento entre as linhas e entre plantas na linha de plantio na Zona da Mata de Minas Gerais, Barros et al. (1998), utilizando a cultivar Catuaí Vermelho IAC- 44 e espaçamentos entre as linhas de plantio de 4,0; 2,0 e 1,0 m e 1,0; 0,7 e 0,5 entre as plantas concluíram que as médias de produção das três primeiras colheitas, nos espaçamentos superadensados foram superiores às adensadas e estas superiores às dos plantios mais espaçados.

Santinato et al. (1999b), ao estudarem as distâncias de 3,5 e 4,0m entre as linhas e 0,5; 0,75; 1,0 e 1,5m entre as plantas, com as cultivares Icatu IAC 2944 e Catuaí Vermelho IAC-44, concluíram, após cinco colheitas, que a "Catuaí" em espaçamentos mais adensados, obtinha-se maiores produções e para "Icatu", devido ao seu vigor e rápido fechamento, o espaçamento ideal variava 4,0 x 0,75 a 1,0m. Em outro ensaio, Santinato et al. (1999a), em Espírito Santo

do Pinhal, SP, avaliaram oito distâncias entre as linhas 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0m por 0,5 m entre as plantas da cultivar Mundo Novo IAC 379-19. Concluíram, na média de cinco colheitas, que o espaçamento 2,0 x 0,5 m foi o mais produtivo, seguido de 1,5 x 0,5 m e 3,0 x 0,5 m. Este ensaio demonstrou a existência de limites para o adensamento.

Rocha et al. (2000), em Venda Nova do Imigrante, ES , utilizando a cultivar Catuaí IAC-44 e espaçamentos que variavam 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m nas entrelinhas combinados com 0,5; 1,0 e 1,5 m entre as plantas, concluíram, após quatro colheitas, que a maior produção foi alcançada no espaçamento 2,0 x 0,5 m, seguido por 2,5 x 0,5 m, e a menor produção foi alcançada no espaçamento 3,5 x 1,5m. Os demais tratamentos apresentaram uma tendência crescente de produção à medida que se aumentava a população de plantas por hectare.

Buscando uma definição ideal do número de plantas por hectare na região de Vitória da Conquista, Bahia, um ensaio foi instalado por Carvalho et al. (2000), com a cultivar Catuaí Vermelho IAC- 44, combinando os espaçamentos de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0m entre as linhas e 0,5; 0,8 e 1,0 m entre as plantas. Nas duas primeiras colheitas, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos, em que os plantios mais adensados foram mais produtivos, embora a produção por planta fosse menor em mais de um terço, quando comparada à dos plantios mais espaçados.

2.3 Arquitetura de cafeeiros em sistema de plantio adensado

A altura do cafeeiro aumenta com a idade e com o decréscimo do espaçamento, tanto entre as linhas como na linha de plantio, sendo o efeito da distância mais notado entre as plantas na linha de plantio, que se acentua com o tempo, não apresentando uma tendência visível de estabilização Isto foi observado por Nacif (1997) em concordância com Maestri & Barros (1977), que

consideraram que a redução da iluminação tende a produzir plantas mais altas e menos diferenciadas.

Nacif (1997) relata que o diâmetro da base da copa não sofreu influência do adensamento das entrelinhas, mas o adensamento entre as plantas na linha de plantio resulta em maiores diâmetros da copa, de forma linear. O crescimento do diâmetro da base do caule foi afetado de forma linear e negativamente pelo adensamento entre as plantas na linha e também nas entrelinhas. A variação em altura das plantas correlacionou-se positivamente com o diâmetro da base da copa e negativamente com o diâmetro da base do caule e a produção por plantas. Assim, à medida que se aumentou o adensamento das plantas na linha, ocorreram maiores crescimentos em altura e em diâmetro da base da copa e menores em diâmetro da base do caule.

De acordo com Matiello et al. (2002), o “fechamento dos cafezais” é provocado pelo crescimento exagerado das plantas, cujas hastes se vergam para o meio das linhas, reduzindo a insolação sobre os ramos produtivos, especialmente aqueles mais baixos da planta, que passam a produzir pouco e morrem. Com a evolução do fechamento, observa-se a formação de verdadeiros túneis, ficando a produção restrita à parte alta da planta. Lavouras fechadas têm a maioria dos tratos dificultados, principalmente em áreas mecanizáveis. As pulverizações, a colheita e a adubação têm menores rendimentos operacionais; em contraposição, são reduzidos os problemas com o mato. Além disso, o sombreamento causado pelo “fechamento da lavoura” favorece um microclima propício para o desenvolvimento da broca, da ferrugem e da phoma, provocando ainda atraso na maturação dos frutos e uma tendência de perda da qualidade do café, devido à seca lenta e às fermentações proporcionadas por um ambiente mais úmido. Os problemas de “fechamento” constituem a causa preponderante para a utilização de podas na cafeicultura brasileira; em função do seu estágio, são adotados os vários tipos de poda, de forma menos ou mais drásticas.

Segundo Thomaziello et al. (1998), o “fechamento” das lavouras ocorre devido a uma série de fatores, entre eles, o adensamento é o maior responsável, com agravante de diminuir sensivelmente a produção dos cafeeiros. A sua correção pode ser realizada por meio de podas.

2.4 Teores de carboidratos de cafeeiros

Nos últimos quarenta anos, várias pesquisas foram realizadas sobre o sistema de plantio adensado de cafeeiros nos principais países produtores de café do mundo. Entretanto, a grande parte destes trabalhos contemplava somente o estudo das conseqüências da redução de espaçamento de plantio sobre a produção individual e a produtividade dos cafeeiros, não considerando o manejo diferenciado que a lavoura adensada requer, bem como o estudo do comportamento fisiológico das plantas submetidas a esse sistema de produção (Rena & Maestri, 1984).

As várias partes das plantas crescem em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano por causa da interação entre os fatores genéticos, nutricionais, hormonais e ambientais. O cafeeiro, semelhante às outras plantas, tem grande capacidade de adaptar-se às variações ambientais (alterações do espaçamento dentre outras), mediante modificações morfológicas, bioquímicas ou fisiológicas (Rena et al., 1994).

O cafeeiro metaboliza água, gás carbônico e energia luminosa em carboidratos. Os principais fatores que controlam a eficiência deste metabolismo são aqueles que afetam o tamanho da superfície foliar disponível. Portanto, cafeeiro eficiente é aquele capaz de formar um extenso dossel, com alta taxa fotossintética, capaz de produzir muitos grãos e de mobilizar grandes quantidades de carboidratos para o seu enchimento, ano após ano (Cannel, 1976).

Entretanto, Carvalho (1985), ao estudar alguns aspectos da nutrição orgânica e inorgânica e da fenologia e suas conexões com relação à seca de ramos do cafeeiro, mostrou que a redução das reservas de amido das folhas e dos caules não estava relacionada somente com a formação de frutos. Concluiu ainda que a fotossíntese corrente exerce um papel importante para o desenvolvimento dos frutos, diminuindo a importância das reservas de carboidratos das plantas.

Bartholo (2001) não observou qualquer influência na variação sazonal dos teores de amido da matéria seca do caule de cafeeiros, em função de diferentes épocas de parcelamento da adubação, sugerindo ser esta variação controlada por fatores endógenos da própria planta e pelas temperaturas mínimas. Observou, ainda, que a acumulação de amido caulinar decresceu de agosto a fevereiro voltando a crescer até agosto, período em que as temperaturas e precipitações diminuem, fazendo com que o crescimento vegetativo fosse mínimo e promovesse uma acumulação das reservas de amido.

Para o desenvolvimento dos frutos do cafeeiro, como em qualquer planta lenhosa, é necessária uma determinada quantidade de amido. A redução na acumulação de amido caulinar na época de florescimento e desenvolvimento dos frutos resulta numa diminuição da eficiência na produção e crescimento dos componentes vegetativos, já que a concentração de amido, principalmente no período de florescimento, está altamente relacionada com o rendimento que se obtém posteriormente (Coil, 1960).

Livramento (2003), demonstrou que a presença de frutos proporcionou um aumento nos teores de açúcares totais no caule e amido nas folhas e, ainda, que os teores de amido do caule diminuíram. As plantas que sofreram desbaste dos frutos, simulando uma baixa produção, apresentaram, após a poda, um menor número de brotos, porém, com o mesmo vigor daquele observado nas plantas que estavam com frutos ou não sofreram desbaste.

2.5 Poda e rejuvenescimento de cafeeiros

O adensamento de plantio proporciona um aumento na produtividade com uma tendência de diminuição da bienalidade e da incidência de mato, entre outras vantagens. Como desvantagem é apontado o rápido fechamento das lavouras, que condiciona à necessidade de intervenção por meio da poda, para que ocorram o rejuvenescimento e o revigoramento dos cafeeiros.

Em umas das primeiras alusões a esta prática no país, Lazzarini et al., (1967b), citam que a poda, tal como utilizada em fruticultura, não era empregada pelos cafeicultores que adotavam, em sua maioria, o sistema de condução de livre crescimento. O que era chamado de poda entende-se, geralmente, pela eliminação de ramos já mortos ou em estado de avançada decadência. De forma mais sistemática, eram feitas a desbrotas, com a eliminação dos brotos ponteiros ou ladrões, que aparecem no tronco do cafeeiro.

Estes mesmos autores citam, ainda, que o plantio com várias plantas por cova, pode também dificultar o emprego de podas, como é feito em outros países. Existiam duas razões principais para efetuar a poda do cafeeiro, segundo seus apologistas: o aumento da produção e o aumento do tamanho da semente. Entretanto, os primeiros ensaios conduzidos no estado de São Paulo não confirmaram esta tese. A poda tende a diminuir a produção e os dados preliminares mostravam não haver aumento nos grãos de café pela poda.

O primeiro ensaio, com o objetivo de estudar as podas, foi instalado em 1933 e encerrado em 1947, na seção de Café do IAC em Campinas, SP, utilizando as variedades Nacional, Bourbon Vermelho e Maragogipe, tendo como testemunha a poda Costa Rica (haste única), o sistema Costa Rica (haste múltipla) e a poda tipo Guatemala (agoiabada). Embora este ensaio não tenha sido analisado significativamente, foi observado que os diferentes tipos de poda estudados foram depressivos à produção (Mendes et al., 1967a)

A seção de café do IAC continuou avaliando vários sistemas de poda e desbastes, no decorrer dos anos, observando-se que os tipos de poda utilizados reduziram a produção ou não apresentaram diferença entre si (Lazzarini et al., 1967b).

Novos tipos de poda foram estudados com o objetivo de evitar o fechamento nas lavouras plantadas em menores espaçamentos e limitar o crescimento em altura dos cafeeiros, proporcionando um maior rendimento da colheita e conseqüente redução dos custos. Dois sistemas de poda apresentaram resultados favoráveis em lavouras plantadas para a menores espaçamentos: o decote, que consiste em cortar os ramos ponteiros do cafeeiro a uma altura de 1,50 a 2,0 e o sistema preconizado no Hawaii, por Beaumont e Fukunaga, que consiste na recepa anual de certo número de linhas da lavoura, a 30 a 50 cm de altura do solo, de acordo com esquema previamente estabelecido (Moraes, 1967).

Matiello et al. (1974) comentam que o “fechamento” do cafezal ocorre devido ao crescimento exagerado dos ramos, impedindo que a luz solar incida sobre a parte inferior do cafeeiro. Com isso, o número de folhas diminui até o ponto em que o cafeeiro perde completamente os ramos plagiotrópicos baixeiros, com prejuízos para a frutificação e, desta maneira, a produção fica limitada aos ramos ponteiros, tornando quase nula a frutificação nos ramos inferiores.

Fernandes (1986) cita que, além do fechamento do cafezal, outros fatores que podem tornar necessária a adoção da poda como prática corretiva são: a geada, o granizo e faíscas elétricas, o depauperamento, a idade da lavoura e a altura dos cafeeiros.

A redução dos espaçamentos nas linhas do cafezal, visando aumentar o número de plantas por unidade de área, implica também na adoção de programas sistemáticos de podas de condução, para impedir o "fechamento" da

lavoura e seus efeitos negativos sobre a produção e a execução dos tratos culturais.

Em um experimento em lavoura adensada, Matiello (1995), utilizando a cultivar IAC 474-19 no espaçamento de 2,0 x 1,0 m com uma planta por cova, comparou a recepa total com a recepa alternada, o arranquio de linhas alternadas, o sistema Fukunaga e o decote herbáceo. Verificou que as podas utilizadas foram prejudiciais às produções, reduzindo-as de 19% a 23 % e concluiu ainda ser viável a condução de lavouras sem podas até a 13ª produção.

Um dos motivos que levam os cafeicultores à tomada de decisão pela poda é o depauperamento dos cafeeiros. Trabalho realizado por Garcia & Ferreira (1996), com cafeeiros logo após grande produção, conduzidos em espaçamento tradicional (4,0 x 1,0m), mostrou que a poda por decote foi mais indicada que a poda drástica (recepa) e que a testemunha sem podas. As plantas da testemunha, embora tenham perdido boa parte dos ramos plagiotrópicos baixeiros, produziram de forma semelhante a àquelas plantas submetidas à poda tipo decote.

O manejo antes e após a poda são fatores preponderantes para o sucesso da mesma. Cunha (1997), ao conduzir um ensaio em uma lavoura da cultivar IAC 474-19 no espaçamento de 4,0 x 1,0m, verificou que a recepa, quando realizada em novembro, a 40 cm de altura do solo em conjunto com adubação foliar das brotações, proporcionou uma melhor recuperação dos cafeeiros depauperados.

A poda do cafeeiro, ao contrário do que acreditam muitos produtores e técnicos, é uma prática que não tem por objetivo aumentar a produtividade ao longo dos anos, mas sim racionalizar as operações de colheita e de manejo da lavoura cafeeira. Em seu estudo de condução de cafeeiros, Barros (1997), utilizando as cultivares Caturra e Mundo Novo, constatou que a poda tipo decote, após 7 colheitas, não provocou alteração na produção em relação ao livre

crescimento e que a poda tipo recepa não favoreceu o aumento da produção Vallone et al. (2002), em um ensaio de poda implantado em uma lavoura da cultivar Catuai Vermelho IAC 44, com oito anos de idade e espaçada de 2,5 x 1,0m, detectaram que, na produção acumulada dos três primeiros anos, a testemunha continuou sendo uma das melhores opções de condução, mantendo a produtividade e em relação à época de poda. Com relação às recepas, observaram que quanto mais tarde foi realizada, a partir de dezembro, menor foi a produção nos anos que a seguiram.

Guimarães & Mendes (1997) afirmam que a época mais apropriada para a poda em cafeeiros é aquela que segue após a colheita, em agosto ou setembro, mas, nos casos de lavouras depauperadas, recomendam que seja aguardada até novembro–dezembro, para que as plantas tenham tempo para recompor suas reservas de fotoassimilados, para então se executar a poda. De acordo com Matiello et al. (2002), a época do ano indicada para a poda é o período compreendido entre o término da colheita e o reinício das chuvas, normalmente em agosto-setembro. As podas menos drásticas devem ser realizadas mais cedo para possibilitar o arejamento da planta e um melhor pegamento da florada. Já as podas mais drásticas (recepas) devem ser retardadas, pois, quando antecipadas, dentro do período seco, podem provocar uma maior percentagem de morte de raízes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido por doze anos na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Machado, sul de Minas Gerais, de janeiro de 1992 até agosto de 2004, quando foram feitas as últimas avaliações.

O ensaio está localizado em um Latossolo Vermelho distrófico, em uma área de relevo de plano a suave ondulado, originalmente sob vegetação de cerrado, no km 12 da estrada que liga as cidades de Machado a Paraguaçu. A altitude da sede do município é de 881 m, a latitude de 21° 40'S, a longitude de 45° 55'W. A precipitação e a temperatura média anual são de 1670 mm e 21°C, respectivamente.

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo original da área onde foi plantado o ensaio, obtidas de amostras superficiais (0-20 cm) no Campo Experimental de Machado, em outubro de 1991, município de Machado, MG. UFLA, Lavras, MG, 2004

Características	Valores - Unidades
pH (H ₂ O 1:2,5)	4,0
C	1,8 %
Al ⁺³	0,5 cmol _c /dm ³
Ca ⁺³	0,2 cmol _c /dm ³
Mg ⁺²	0,1 cmol _c /dm ³
K ⁺	11 mg/dm ³
P	1 mg/dm ³
Classe textural	Argila arenosa
Areia	484 g/kg
Limo	46 g/kg
Argila	470 g/kg

Solo analisado no Laboratório de Análises de solo do DCS, UFLA.

3.2 Delineamento experimental, caracterização das parcelas e dos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado até o ano de 2002 foi um fatorial 4 x 3, sendo quatro distâncias entre as linhas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) e três distâncias entre as plantas na linha de plantio (0,5; 0,75; 1,0 m), totalizando doze tratamentos dispostos em blocos ao acaso em três repetições.

As parcelas mediam doze metros de comprimento, possuindo três linhas de plantio com distância variável entre essas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) em função do tratamento aplicado. Entre as plantas na linha foi aplicado o segundo fator (0,5; 0,75; 1,0 m) totalizando 24, 16 e 12 plantas por parcela, respectivamente. A parcela útil considerada foi a linha interna, pois essa sofreu influência tanto do adensamento entre as linhas quanto entre as plantas na linha.

A partir de julho de 2002 estas parcelas de 12 m de comprimento foram subdivididas em duas, passando, a partir de então, a ser constituído de um arranjo fatorial 4 x 3, constituído na parcela de quatro distâncias entre as linhas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) e três distâncias entre as plantas (0,5; 0,75; 1,0 m) e a subparcela constituída por duas épocas de poda, uma precoce feita logo após a colheita no mês de julho 2002 e a outra tardia no mês de janeiro de 2003, totalizando 24 tratamentos, em blocos ao acaso e em três repetições.

3.3 Condução do experimento

No plantio foram aplicadas, antes da aração da área, 4,0 t ha⁻¹ de calcário incorporado a profundidade de 20 cm por meio de uma gradagem. Sulcou-se o terreno de acordo com os espaçamentos estabelecidos.

O plantio foi realizado em janeiro de 1992 com uma planta por cova, utilizando-se a cultivar Catuaí Vermelho IAC- 44. A adubação de plantio constou de 300 g de superfosfato simples por metro linear de sulco.

No ano do plantio, a dose total de adubo aplicada em cobertura foi dividida em dois parcelamentos (fevereiro e abril). A partir do primeiro ano pós-plantio, as adubações foram feitas em quatro parcelamentos (outubro, dezembro, janeiro e março), distribuindo-se o adubo sob a copa das plantas.

Os micronutrientes cobre, boro e zinco foram sempre aplicados em quatro pulverizações anuais em agosto, novembro, fevereiro e março, de acordo com a análise foliar e a recomendação para controle de doenças.

Os cafeeiros foram sempre mantidos livres de plantas daninhas por meio de capina manual e de aplicação de herbicidas. No mês de abril de cada ano, foram feitas as “arruações” e, em julho, após a colheita, as “esparramações de cisco”.

Anualmente, foram avaliadas a infestação de bicho mineiro e a infecção da ferrugem do cafeeiro e, quando necessário, eram realizados os controles por meio de pulverizações em toda a área experimental.

As colheitas foram realizadas quando as parcelas apresentavam em torno de 80% de frutos no estágio “cereja”.

Em julho de 2002, após a colheita, foi iniciada a segunda fase do experimento, realizando-se a recepa a 40 cm de altura do solo das subparcelas da primeira época de poda. Em janeiro de 2003 realizou-se a recepa daquelas subparcelas referentes à segunda época. Quatro meses após as recepas, foi feita uma desbrota, deixando-se duas hastes por tronco, no sentido da linha de plantio. Outras três desbrotas foram efetuadas em toda a área experimental, para a retirada de "ramos ladrões".

Toda a área após as podas, independente da época da recepa, recebeu tratamentos culturais, como de adubações de solo e foliar, além do controle de plantas

daninhas. Até agosto de 2004, toda área recebeu todos os tratos culturais anteriormente descritos. As parcelas recepadas em janeiro de 2003 não apresentaram produção em agosto de 2004.

3.4 Avaliações

Durante os 12 anos de condução do experimento, foram avaliadas características relacionadas à produção, à fenologia e aos teores de carboidratos nos cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio.

3.4.1 Produção e produtividade

Para o estudo da produção e da produtividade foram colhidos anualmente, entre os anos de 1994 e 2002, os dados de produção em todos os tratamentos. Determinava-se o peso dos frutos, na forma de "café da roça", por unidade experimental e por planta. Do total, retirava-se uma amostra de dois quilos, que foi seca até 11% de umidade, beneficiada e pesada, transformando os dados obtidos em sacas de café beneficiado por hectare e em gramas de café beneficiado por planta.

No ano de 2004, foi realizada a colheita da subparcela recepada em julho de 2002 e realizou-se o mesmo procedimento acima descrito para se quantificar as sacas de café beneficiado por hectare e produção em gramas de café beneficiado por planta de cada parcela.

3.4.2 Arquitetura de planta

Em julho de 2002, logo após a colheita e antes da primeira recepa, foram feitas as avaliações relacionadas à arquitetura dos cafeeiros (altura da

planta, diâmetro da copa, altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros e diâmetro do caule). As avaliações foram realizadas nas seis plantas centrais da subparcela útil.

A medida de altura das plantas foi obtida utilizando-se uma régua de 3,50 m graduada de 10 em 10 cm, especialmente confeccionada para tal, colocada no interior da copa de cada planta de forma paralela ao ramo ortotrópico.

A medida de diâmetro da copa foi tomada com uma régua graduada, a 1,50 m de altura do solo, no sentido transversal à linha de plantio, medindo a extensão dos ramos plagiotrópicos de um lado ao outro do cafeeiro.

Os ramos plagiotrópicos baixeiros foram medidos também com uma régua graduada entre o solo e a inserção dos primeiros ramos plagiotrópicos.

A medida de diâmetro do caule foi obtida com o auxílio de um paquímetro a 5 cm de altura do solo no sentido da maior e da menor dimensão, sendo apresentada a média desses dois.

Na segunda fase do experimento, após a poda, os brotos foram avaliados em agosto de 2004, tomando-se o comprimento dos brotos, o diâmetro da copa, o diâmetro dos brotos e o número de ramos plagiotrópicos. As unidades experimentais dessas avaliações foram as quatro plantas centrais da subparcela, medindo-se os dois brotos e considerando-se, portanto, a média de oito brotos.

O comprimento dos brotos foi medido com uma régua graduada da base até o ápice dos mesmos. A medida de diâmetro da saia foi obtida da maneira anteriormente descrita.

O diâmetro dos brotos foi medido a 3 cm da base dos mesmos com o auxílio de um paquímetro. O número de ramos plagiotrópicos primários foi obtido por meio de contagem direta.

3.4.3 Teores de carboidratos

Imediatamente após a recepa nas duas épocas de poda, foram coletados discos caulinares (Figura 1) de seis plantas por subparcela.



FIGURA 1 Passos da coleta dos discos caulinares de cafeeiros. 1- Recepa do cafeeiro a 40 cm de altura com a utilização de uma motosserra; 2- Corte do disco caulinar de, aproximadamente, 1 cm de espessura; 3- Corte dos discos em fragmentos menores; 4- Amostra envolta em papel alumínio, etiquetada e armazenada em nitrogênio líquido. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Os discos caulinares de aproximadamente 1 cm de largura foram cortados com o auxílio de uma motosserra dos ramos ortotrópicos após a recepção no sentido perpendicular. Esses foram envoltos em papel alumínio, etiquetados e armazenados em nitrogênio líquido, para se obter uma completa e imediata paralisação do metabolismo celular (Figura 1).

No laboratório, as amostras foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70°C, até peso constante. Posteriormente as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh e armazenadas em sacos plásticos e congeladas até o início das análises.

No laboratório de Qualidade do Café "Dr. Alcides de Carvalho" da EPAMIG em Lavras, MG, foram efetuadas análises de açúcares totais e amido, extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e quantificados pela técnica proposta por Somogy e adaptada por Nelson (1944).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Influência da redução dos espaçamentos sobre a produtividade

Muitos trabalhos, com o objetivo de estudar o adensamento de plantio em cafezais, foram conduzidos ao longo da história dessa cultura. A produtividade, sem dúvida, é a variável resposta mais analisada e discutida, pois é por meio dela que o cafeeiro expressa quantitativamente a soma da diversidade de fatores que influenciam essa produção. Dessa maneira, a produtividade, expressa em sacas de café beneficiado por hectare, está ligada à idéia de competitividade produtiva e econômica do cafeicultor, trazendo informações sobre o efetivo sucesso do sistema de manejo e de produção adotado.

A produção por planta expressa em gramas de café beneficiado é a demonstração quantitativa dos fatores que influenciam o sistema produtivo de cada indivíduo dentro de uma população. Esta produção por planta funcionou como principal indicativo de produção no passado. Dessa maneira, tinha-se uma falsa idéia competitiva, pois não se levava em conta o número de plantas por unidade de área, que é a unidade ideal para se discutir sobre a bienalidade do cafeeiro, ou seja, as oscilações entre os anos de alta e baixa produção e a sua possível correlação com o esgotamento de fotoassimilados pelas plantas.

4.1.1 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a produtividade, ano após ano

Após dois anos e meio do plantio, ou seja, em julho de 1994, foi efetuada a primeira colheita do ensaio, fato ocorrido nos outros oito anos subsequentes, sempre no mesmo mês. Devido as características do experimento, que foi planejado e conduzido num esquema fatorial 4 x 3, optou-se por analisar os dados de maneira que se pudesse isolar o fator espaçamento entre as linhas de

plântio do espaçamento entre as plantas na linha e verificar as possíveis interações entre eles.

Em razão da característica de bienalidade do cafeeiro, ou seja da alternância de produção em anos subseqüentes, é notório que a apresentação e discussão dos resultados devem ser por meio da média dos biênios e da média de todos os anos avaliados. Dessa maneira, Stevens (1949) sugeriu que vários cuidados devem ser tomados nas análises estatísticas para que os efeitos da bienalidade do cafeeiro não escondam ou prejudiquem as comparações que estão sendo estudadas no experimento. Segundo o mesmo, deve-se trabalhar com a colheita total ou com a colheita média dos anos avaliados. Fraga & Conagin (1956) ao fazerem comentários estatísticos de ensaios com cafeeiros observaram que a partir da quarta colheita, as produções passam a ser alternadas, razão pela qual indicam que as análises devem ser feitas considerando-se pares de anos, ou seja, por biênios de produção.

Consciente da necessidade de tais procedimentos e no intuito de se obter um maior número de informações, procedeu-se antes da análise dos biênios e da média dos anos, à análise de variância da produção de sacas de café beneficiado por hectare ao longo de nove colheitas (Tabela 1A). Essa análise demonstrou ausência de interação significativa entre os fatores espaçamento nas entrelinhas de plântio com espaçamento entre as plantas na linha, em todos os anos avaliados, fato que levou a se discutir cada fator isoladamente. Como, *a priori*, a intenção é discutir os efeitos dos espaçamentos na evolução da produtividade ao longo dos anos, optou-se por apresentar os resultados por meio de tabelas com os testes de médias, em conjunto com gráficos para que se tenha uma melhor visualização do comportamento produtivo dos cafeeiros em espaçamentos crescentes, tanto entre as linhas como entre as plantas na linha de plântio.

O primeiro fator a ser analisado, apresentado na Tabela 2 e na Figura 2, é a produtividade em sacas de café beneficiado, em função dos diferentes

espaçamentos entre as linhas de plantio no período compreendido de 1994 e 2002.

TABELA 2. Produtividade de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio em sacas de café beneficiado por hectare entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras -MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	Anos de colheita								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2,00	41 a	52 a	102 a	25 a	59 a	14 a	109 a	9 a	81 a
2,50	34 a	34 b	85 b	20 a	51 b	20 a	107 a	6 a	80 a
3,00	26 b	28 b	61 c	17 b	43 c	16 a	89 b	9 a	67 b
3,50	24 b	23 b	49 c	14 b	36 d	13 a	74 b	6 a	56 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

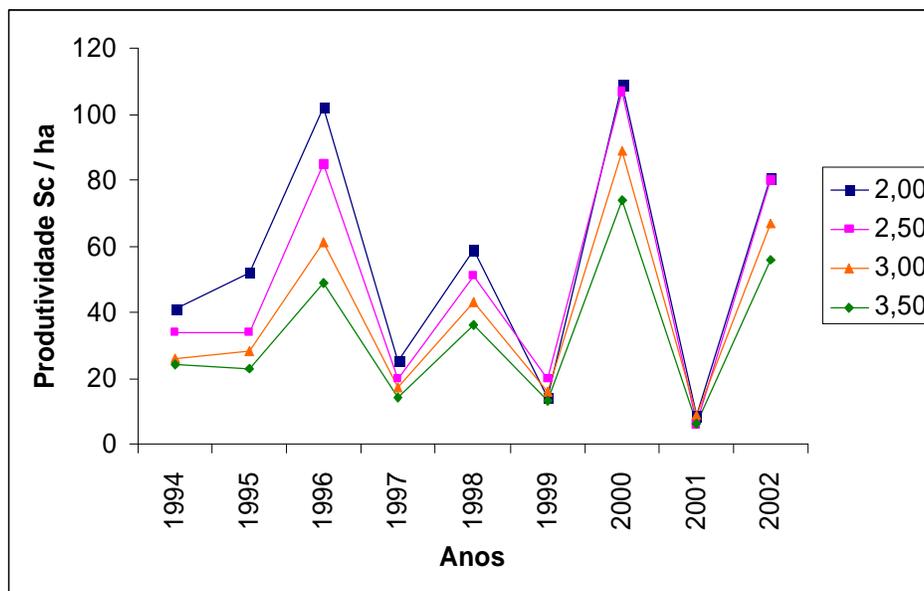


FIGURA 2. Produtividade de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio, ao longo de nove anos, em sacas de café beneficiado por hectare. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A Tabela 2 revela que, entre os anos de 1994 e 1998 e nos anos de 2000 e 2002, houve diferença significativa entre os espaçamentos entre as linhas avaliados. Nos anos de 1999 e 2001, tal diferença não foi observada. Tais resultados demonstraram que a adoção do adensamento, ou seja, o uso de espaçamentos mais próximos entre as linhas de plantio é uma prática que pode resultar em maiores rendimentos por unidade de área até a 5ª colheita e, nos anos de alta produção, fato que permitiu inferir positivamente a respeito desta técnica de produção. Nos anos de baixa produção, a vantagem produtiva do adensamento não foi evidente, como nos anos de alta produção, fazendo com que não houvesse diferenças significativas na produtividade dos diferentes espaçamentos entre as linhas avaliados, fato também observado por Guimarães et al. (1994).

Na análise de variância da produção por planta em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio, notou-se que a interação entre esses fatores não foi significativa, o que fez-se necessária a análise de cada fator isoladamente. (Tabela 2A)

TABELA 3 Produção de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio em gramas de café beneficiado por planta entre os anos de 1994 a 2002 UFLA, Lavras -MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	Anos de colheita								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2,00	344 a	448 a	904 a	218 a	528 a	137 a	980 a	81 a	733 a
2,50	364 a	368 a	942 a	223 a	571 a	223 a	1200 a	76 a	898 a
3,00	333 a	352 a	782 b	343 a	580 a	238 a	1195 a	141 a	897 a
3,50	393 a	359 a	746 b	225 a	558 a	198 a	1160 a	119 a	869 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

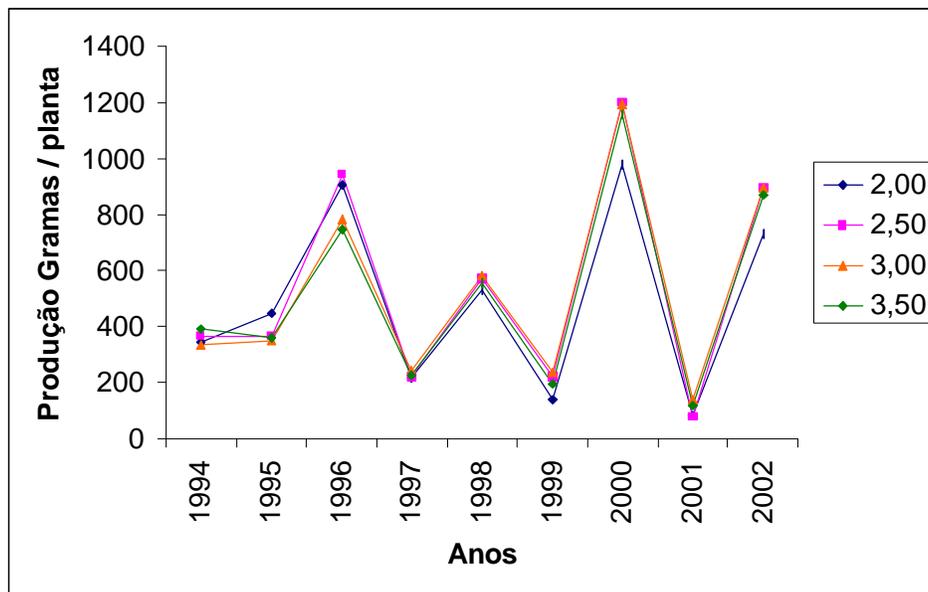


FIGURA 3. Produção de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio, ao longo de nove colheitas, em gramas de café beneficiado por planta. UFLA, Lavras, MG, 2004

Por meio da produção por planta, em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio (Tabela 3 e Figura 3), notou-se que os quatro espaçamentos foram semelhantes entre si, a exceção da terceira colheita, no ano de 1996. O fato das médias de produção por planta nos diferentes espaçamentos não terem sido afetadas demonstrou que os espaçamentos entre as linhas de plantio não interferiram na produção de cada indivíduo, mas o demonstrou ser uma prática vantajosa atuando positivamente na produtividade da lavoura, o que efetivamente importa ao cafeicultor, como observado por Mendes et al. (1994), Nacif (1997); Rena et al. (2003b).

A evolução da produção em sacas por hectare, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio ao longo de nove colheitas, pode ser contatada na Figura 4 e na Tabela 4. As produções das três primeiras

colheitas e do ano de 1998 foram superiores nos espaçamentos mais reduzidos (0,50 e 0,75 m), esses significativamente iguais, em comparação com espaçamento de 1 metro entre as plantas na linha.

TABELA 4. Produtividade de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio em sacas de café beneficiado por hectare, entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento Entre as plantas	Ano								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0,50 m	37 a	43 a	83 a	22 a	49 a	16 a	96 a	6 a	72 a
0,75 m	34 b	35 a	80 a	18 a	50 a	15 a	100 a	6 a	75 a
1,00 m	23 b	25 b	61 b	17 a	43 b	17 a	88 a	10 a	66 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade

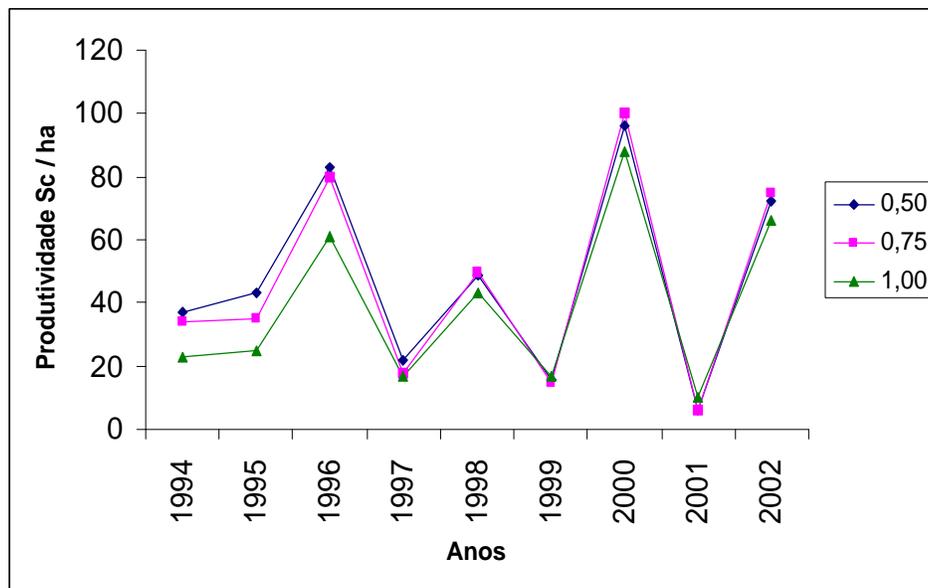


FIGURA 4. Produtividade de cafeeiros submetidos à três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio ao longo de nove colheitas em sacas de café beneficiado por hectare. UFLA, Lavras -MG, 2004

No ano de 1997 e entre os anos de 1999 a 2002, as vantagens produtivas obtidas pelos espaçamentos mais reduzidos, tanto nos anos de baixa quanto de alta produção não se pronunciaram, fazendo com que os três espaçamentos fossem significativamente iguais.

Tal fato pode ser explicado pelo rápido fechamento da lavoura em condições de adensamento, como sugerem Matiello et al. (2002) tal fenômeno faz com que ocorra o auto sombreamento dos ramos plagiotrópicos, causando a perda daqueles ramos situados na porção inferior da planta. Num cafeeiro em que ocorre uma perda significativa dos seus ramos produtivos, ocorre diminuição efetiva da produção por planta (Thomaziello et al., 1998), o que pode ser observado na Figura 5 e na Tabela 5. Portanto, a vantagem comparativa do adensamento entre as plantas na linha de plantio é minimizada quando se analisa a produtividade em sacas por hectare, sendo anulada, no decorrer dos anos, pela menor produção de café por indivíduo dentro da lavoura.

Tabela 5. Produção de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, em gramas de café beneficiado por planta, entre os anos de 1994 a 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004

Espaçamento entre as plantas (m)	Anos de colheita								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0,50	281 b	336 a	657 b	174 b	397 c	134 b	776 c	51 b	577 c
0,75	420 a	414 a	929 a	226 b	596 b	189 b	1221 b	84 b	915 b
1,00	373 a	395 a	945 a	286 a	684 a	274 a	1403 a	177 a	1056 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade

Tal informação é extremamente importante, pois durante as sucessivas colheitas os espaçamentos entre as plantas sob condições de adensamento

apresentam-se com médias significativamente iguais àqueles espaçamentos mais largos e que uma maior produtividade por unidade de área nos três primeiros anos pode retornar mais rapidamente o capital investido pelo cafeicultor na implantação da lavoura.

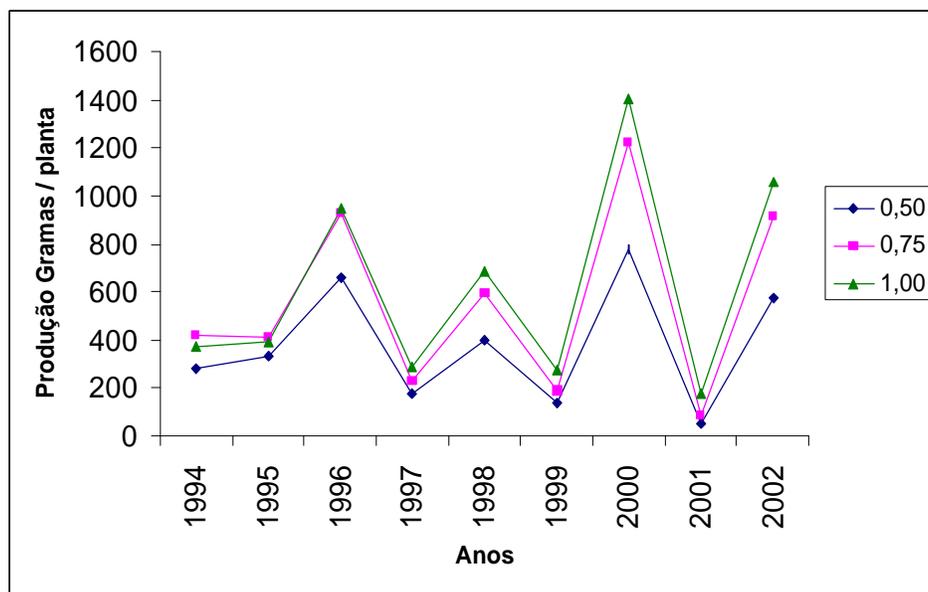


FIGURA 5. Produção de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio ao longo de nove colheitas em gramas de café beneficiado por planta. UFLA, Lavras -MG, 2004

Bartholo (1998) já atentava para o fato de que o cafeeiro, no sistema adensado, proporciona colheitas que, antecipadas e em maior intensidade, melhoram o fluxo de caixa da propriedade. Essas altas produções antecipadas fizeram do adensamento uma das principais bases de sustentação da cafeicultura no estado do Paraná, que foi incorporada ao modelo tecnológico se seus produtores. De acordo com Androcioli Filho (2002), após uma geada severa nos cafeeiros adensados, com a adoção de um sistema de poda esses voltaram a produzir, dois anos depois, uma quantidade de café significativamente maior do

que no sistema convencional, auxiliando o produtor a recuperar mais rapidamente seus prejuízos.

4.1.2 Conseqüências da redução de espaçamentos de plantio sobre a produtividade em cada biênio

As produções de café foram avaliadas durante nove colheitas (1994-2002) e, para proceder à análise estatística dos biênios de produção, optou-se por utilizar os oito primeiros anos (1994-2001), de maneira que pudesse verificar as respostas dos cafeeiros ao efeito da redução dos espaçamentos desde a primeira colheita.

A decisão estatística de analisar e discutir os dados de produção dos cafeeiros na média da produção de dois anos (média do biênio) ocorreu em função das características fisiológicas inerentes à espécie, uma vez que as alternâncias em grandes e pequenas produções são uma constante. De acordo com Stevens (1949), dentro de uma lavoura, plantada nas mesmas condições e até no mesmo dia, existem plantas que produzem café em anos pares e outras em anos ímpares. O autor sugeriu que as análises estatísticas fossem procedidas utilizando-se a produção total do biênio ou a média do biênio, para que os resultados pudessem abranger as plantas com os dois hábitos de produção, concordando com Fraga & Conagin (1956).

De fato, analisando-se o coeficiente de variação (CV) da produção de dois anos separados e comparando-o com o da média da produção do biênio, percebeu-se que houve um ganho de precisão experimental, pois este coeficiente indica o erro experimental e que pode ser minimizado com a análise dos biênios. Isto pode ser verificado tomando-se como exemplo a análise de variância da produção do primeiro biênio (1994-1995) em sacas de café beneficiado por hectare e obtendo-se um CV igual a 21,07% (Tabela 3.A do anexo) que foi contrastado com os valores dos CVs da análise de variância de 26,54% e 35,74% (Tabela 1.A do Anexo), obtidos nos anos de 1994 e 1995, respectivamente. Tal

fato é observado pela da comparação de todos os biênios com seus respectivos anos, tanto para a produção em sacas por hectare (Tabelas 1A e 3A) quanto para a produção por planta (Tabelas 2A e 4A)

Na análise de variância, tanto para produção em sacas por hectare (Tabela 3A) quanto para a produção por planta (Tabela 4A) observou-se que não houve interação significativa entre os fatores analisados. Portanto, procedeu-se a análise do espaçamento entre as linhas e espaçamentos entre as plantas isolados. Para tal, em cada biênio, foram analisadas a produção em sacas de café beneficiado por hectare e a produção em gramas de café beneficiado por planta sobre a influência dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio.

Quanto ao espaçamento entre as linhas de plantio, as médias em todos biênios indicaram que a redução de espaçamento apresentou-se como uma prática que afetou positivamente a produtividade. Nos quatro biênios analisados o espaçamento de 2,00 m entre as plantas foi o mais produtivo e, a partir do 3º biênio, o espaçamento de 2,50 m foi semelhante a esse. Os espaçamentos de 3,00 e 3,50 m entre as linhas em todos os biênios apresentaram produtividades inferiores em relação àqueles plantados sob menores espaçamentos (Tabela 6). Estudando a influência de três espaçamentos entre as linhas sobre a produtividade, Nacif (1997) descreveu que, já no primeiro biênio, o aumento do espaçamento entre as linhas provocou decréscimos na produtividade por área, fato que foi observado nos demais biênios analisados. Também Rena et al. (2003b) ressaltaram as vantagens produtivas da redução de espaçamento entre as linhas de plantio.

A produção por planta também foi afetada em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio. Esta produção expressa em gramas apresentou um comportamento diferenciado ao longo dos biênios avaliados (Tabela 6).

No primeiro biênio, a redução nos espaçamentos não afetou a produção, demonstrando que, até esta fase, o aumento nos espaçamentos entre as linhas de plantio não haviam alterado o ambiente e, conseqüentemente a produção individual dos cafeeiros. No segundo biênio de produção, os espaçamentos mais reduzidos (2,00 e 2,50 m) foram mais produtivos que aqueles plantados mais distanciados (3,00 e 3,50 m), contradizendo o observado nos biênios subseqüentes e o encontrado por Nacif (1997) e Rena et al. (2003b). No 3º e 4º biênios, a produção individual dos cafeeiros nos espaçamentos de 2,50; 3,00 e 3,50 m foi semelhante, e mais produtivas do que o espaçamento de 2,00 m entre as linhas.

No 1º e 2º biênios anteriores houve igualdade entre os espaçamentos de 2,00 e 2,50 m em relação à produção por planta, diferente do que ocorreu no 3º e 4º biênios. Este fato que reforça a idéia de que, com o decorrer do tempo, as plantas submetidas a maiores espaçamentos sofreram primeiro o efeito do “fechamento” da lavoura, refletindo em decréscimos na produção por indivíduo.

Na análise dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, (Tabela 7) é verificada uma vantagem produtiva na adoção da redução do espaçamentos em relação aos espaçamentos mais distanciados somente nos dois primeiros biênios.

A produtividade dos espaçamentos de 0,50 e 0,75 m entre as plantas foram significativamente iguais nos dois primeiros biênios e superiores à de 1,00 m. No 3º e 4º biênio, a produtividade não foi afetada pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, portanto, é possível inferir que a vantagem produtiva da redução do espaçamento na linha de plantio foi anulada após a quarta colheita, lembrando-se de que, nos primeiros biênios, os menores espaçamentos entre as plantas apresentaram superioridade ao de 1,00 m. A redução do espaçamento entre as plantas na linha é de suma importância quando se pretende recuperar rapidamente o capital investido na implantação da lavoura.

TABELA 6. Produções e produtividades de cafeeiros submetidos a quatro espaçamentos entre as linhas de plantio em gramas por planta (g/planta) e sacas por hectare (sc/ha) de café beneficiado em quatro biênios. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	1º Biênio (1994/1995)		2º Biênio (1996/1997)		3º Biênio (1998/1999)		4º Biênio (2000/2001)	
	Produtividade (sc/ ha)	Produção (g/ planta)						
2,00	47 a	396 a	63 a	561 a	36 a	332 b	59 a	530 b
2,50	34 b	366 a	53 b	583 a	35 a	397 a	57 a	638 a
3,00	26 c	342 a	39 c	513 b	30 b	409 a	49 b	668 a
3,50	24 c	376 a	32 c	485 b	24 c	378 a	40 b	639 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

TABELA 7. Produções e produtividades de cafeeiros submetidos a três espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, em gramas por planta (g/planta) e sacas por hectare (sc/ha) de café beneficiado em quatro biênios. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas (m)	1º Biênio (1994/1995)		2º Biênio (1996/1997)		3º Biênio (1998/1999)		4º Biênio (2000/2001)	
	Produtividade (sc/ ha)	Produção (g/ planta)						
0,50	40 a	309 b	52 a	415 b	32 a	266 c	53 a	414 c
0,75	34 a	417 a	49 a	578 a	32 a	392 b	51 a	652 b
1,00	24 b	384 a	39 b	613 a	30 a	490 a	49 a	790 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

A produção individual também foi influenciada pelos espaçamentos adotados entre as plantas nas linhas de plantio (Tabela 7). No 1º e 2º biênios, os espaçamentos de 0,75 e 1,00 m apresentaram produções semelhantes entre si e superiores à do espaçamento de 0,50 m. No 3º e 4º biênios de produção os cafeeiros plantados a 1,00 m de distância entre as plantas na linha apresentaram maiores produções individuais, seguidas por aqueles distanciados de 0,75 m e, por fim, os espaçamentos de 0,50 m tiveram as menores produções por planta. Esses resultados assinalaram que implicações de ordem fisiológica e fenológica provocaram drásticas reduções nas produções individuais dos cafeeiros adensados.

Estudando os espaçamentos de 0,50; 1,00 e 1,50 m entre as plantas, Nacif (1997) encontrou que a produtividade aumentou no sentido da redução do espaçamento e, contrariamente, a produção por planta diminuiu no mesmo sentido.

Os sistemas de plantio em alta densidade proporcionam uma menor produção individual do cafeeiro com menor investimento em cada planta sendo que o maior número de plantas por unidade de área reflete em maiores produtividades (Androcioli Filho, 2002). O número de plantas por hectare no presente trabalho, mais uma vez, demonstrou-se efetivo em relação à produtividade, uma vez que mesmo com uma menor produção por planta, o espaçamento de 0,50 m apresentou produtividade superior ao espaçamento de 1,00 m entre as plantas na linha.

Portanto, a redução nos espaçamentos de plantio pressupõe em produções por plantas iguais ou inferiores a aqueles cafeeiros submetidos a espaçamentos mais distantes, que resultaram em produtividades superiores devido ao maior número de plantas por hectare, concordando com Rocha et al. (2000) e Carvalho et al. (2001).

4.1.3 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a produtividade média de nove anos

No item anterior foram discutidas a produtividade e a produção individual, utilizando-se dos dados anuais e dos biênios. Considerando que, no experimento, até a nona colheita, não houve qualquer intervenção de poda e a não ocorrência de problemas climáticos como geadas ou chuvas de granizo, faz-se necessária a discussão dos resultados obtidos utilizando-se a média das nove colheitas (1994-2002). Assim, pode-se analisar e inferir sobre os efeitos dos diversos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas sobre a produtividade média dos anos estudados. O estudo dessa média ou a soma dos anos é indicado como uma das melhores maneiras para se analisar os dados de produção de café, uma vez que é uma cultura perene e de hábito bienal, (Stevens, 1949). Na análise de variância (Tabela 5A), observa-se que tanto para a produtividade quanto para a produção individual, não houve interação significativa entre os fatores analisados, o que tornou necessária a análise dos espaçamentos entre as linhas e entre as plantas isoladamente.

Num estudo estatístico, quando se tem um fator qualitativo, cultivares, por exemplo, a maneira de obter as informações sobre a diferença entre os tratamentos é procedendo à comparação entre as médias por meio de testes, sendo os mais utilizados o Tukey, o Duncan e o Scott & Knott. Quando é analisado um fator quantitativo, como são os espaçamentos ou as doses de fertilizantes, pode-se recorrer ao estudo da regressão para se obter algumas informações que os testes de média não permitem. Portanto, além de testar as médias por meio do Scott & Knott, optou-se por utilizar também o estudo da regressão para analisar a influência dos espaçamentos tanto na produtividade quanto na produção individual das plantas.

Com relação à produtividade média em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio (Tabela 8), os quatro tratamentos analisados diferiram entre si, sendo o mais produtivo o espaçamento de 2,00 m e o menos produtivo o de 3,50 m e os tratamentos de 2,50 e 3,00 m ocuparam posições intermediárias.

A análise da regressão demonstrou que a equação que melhor se ajustou ao modelo encontrado foi a de comportamento linear (Figura 6).

TABELA 8. Produtividade e produção médias observadas e estimadas pela equação de regressão de nove colheitas (1994-2002), em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio em sacas por hectare e gramas por planta de café beneficiado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	Produtividade observada (sc/ha)	Produtividade estimada (sc/ha)	Produção observada (g/planta)	Produção estimada (g/planta)
2,00	55 a	55,6	486 a	---
2,50	49 b	48,1	541 a	---
3,00	39 c	40,6	529 a	---
3,50	33 d	33,2	514 a	---

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade.

TABELA 9. Produtividade e produção médias observadas e estimadas pela equação de regressão de nove colheitas (1994-2002), em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, em sacas por hectare e gramas por planta de café beneficiado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas (m)	Produtividade observada (sc/ha)	Produtividade estimada (sc/ha)	Produção observada (g/planta)	Produção estimada (g/planta)
0,50	47 a	48,5	376 c	376
0,75	46 a	44,4	555 b	555
1,00	39 b	40,2	621 a	621

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade.

À medida em que foi aumentado o espaçamento, menores produtividades foram obtidas e, através da equação de regressão, observou-se que a cada 0,50 m em que foi aumentado o espaçamento entre as linhas de plantio, acarretou num decréscimo anual na produtividade de 7,5 sacas por hectare (Figura 6). Mendes et al. (1994) observaram também incrementos na produtividade no sentido do adensamento entre as linhas de plantio.

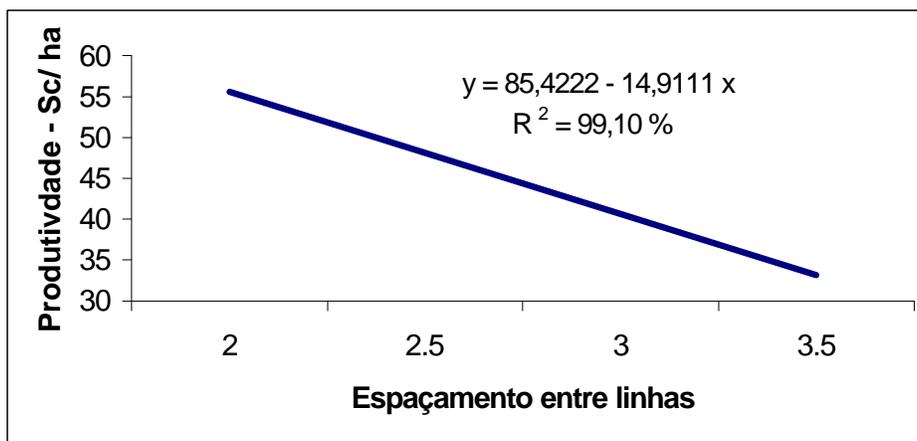


FIGURA 6. Produtividade média de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A produção média de cada planta (Tabela 8) nas nove colheitas (1994-2002), em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio não apresentou diferenças entre os tratamentos analisados, portanto, estes espaçamentos não influenciaram a produção por planta. Rivera (1991) também não encontrou diferença significativa nas produções individuais das plantas ao variar os espaçamentos entre as linhas de plantio.

As indiferenças em relação à produção em gramas por planta e à diferença observada na produtividade de café beneficiado demonstram a importância da redução dos espaçamentos no que se refere à utilização de um maior número de plantas por unidade de área que essa prática proporciona.

Portanto, o adensamento entre as linhas de plantio pode promover ganhos expressivos no que diz respeito à produtividade. A produção por planta em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio, não foi influenciada, portanto, (Tabela 5A) tornou-se desnecessário o estudo da regressão .

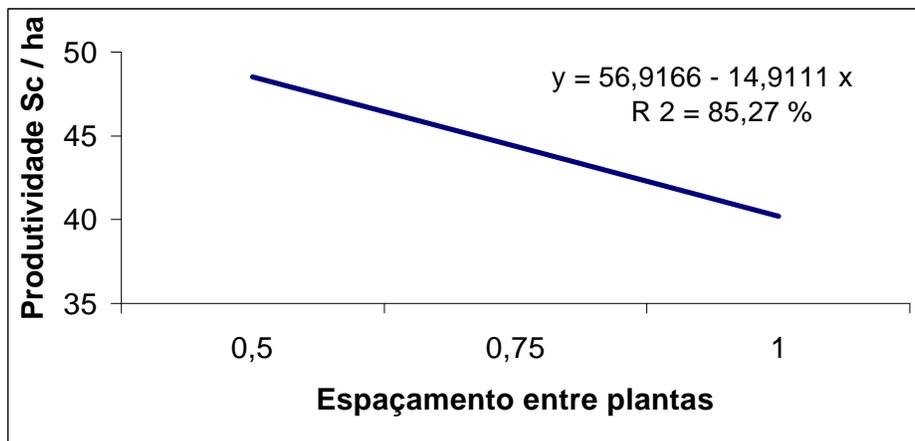


FIGURA 7. Produção média de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

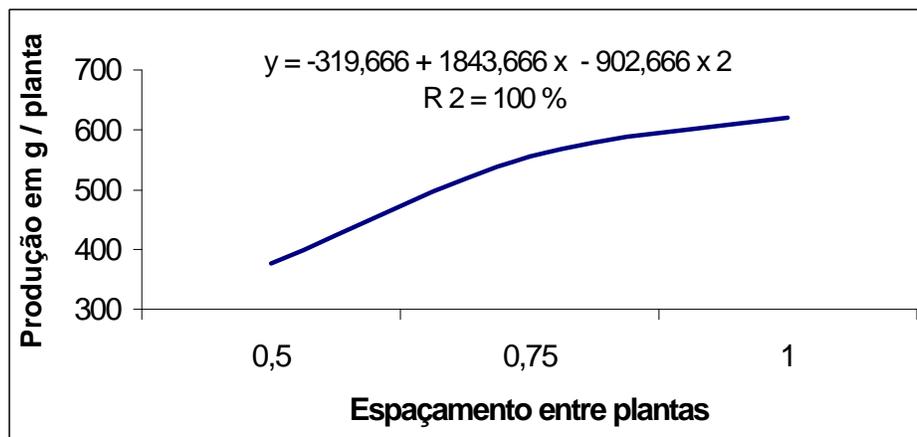


FIGURA 8. Produção média de nove colheitas (1994-2002), em gramas por planta de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio UFLA, Lavras, MG, 2004.

A produtividade média em sacas de café beneficiado por hectare, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio (Tabela 9), demonstrou superioridade dos menores espaçamentos (0,50 e 0,75 m) em relação ao espaçamento de 1,00 m. Esse fato indica que, quando se pretende manejar uma lavoura por anos consecutivos sem interferência de poda, pode-se optar por espaçamento de 0,75 m sem que venha a ocorrer um decréscimo na produtividade em relação ao 0,50 m de distância entre as plantas.

Pela análise de regressão (Tabela 5A), observou-se que o modelo que melhor se ajustou à produtividade em função dos espaçamentos entre as plantas foi o linear (Figura 7), mostrando que, à medida em que ocorreu uma redução no espaçamento entre as plantas da linha de plantio, as produtividades foram maiores. A equação de regressão indica que, a cada 0,25 m em que se reduz o espaçamento entre as plantas, é obtido um acréscimo na produtividade da ordem de 4,2 sacas de café beneficiado por hectare. Nacif (1997), Mendes et al. (1994) e Rena et al. (2003b) demonstraram resultados similares de acréscimos significativos de produtividade no sentido da redução de espaçamento entre as plantas na linha de plantio.

A produção média de cada planta (Tabela 9) nas nove colheitas (1994-2002) foi influenciada pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, tendo o espaçamento de 1,00 m sido o que apresentou a maior produção por planta, seguido pelo 0,75 m e o menos produtivo foi o de 0,50 m.

Neste caso, o modelo matemático que melhor se ajustou à produção por planta na média dos nove anos, em função dos espaçamentos entre as plantas foi o quadrático (Anexo 5). A curva de produção (Figura 8) obtida pela regressão aponta que, à medida em que o espaçamento foi reduzido entre as plantas obtiveram-se menores produções, ou seja, à medida em que essas distâncias aumentaram maiores produções por planta foram alcançadas. Percebeu-se também a ocorrência de um maior acréscimo produtivo entre os espaçamentos

de 0,50 e 0,75 m, e também um menor acréscimo entre os espaçamentos de 0,75 e 1,00 m.. Esse fato pode ser observado na Tabela 4, onde os espaçamentos 0,50, 0,75 e 1,00 m apresentaram médias de 376, 555 e 621 gramas, respectivamente. Nacif, (1997) e Rena et al. (2003 b) verificaram que os espaçamentos mais adensados entre as plantas na linha de plantio foram responsáveis por uma maior produção de cada planta e, concordando com Guimarães (1994) e Mendes (1994) que citam o adensamento, de maneira geral, afetando negativamente a produção de cada indivíduo dentro da população.

4.1.4 Conseqüências da combinação de espaçamentos entre as linhas e entre plantas na linha de plantio sobre a produtividade e a produção individual dos cafeeiros

A utilização do modelo fatorial no experimento permitiu, nas análises anteriores, devido à ausência de interação entre os fatores, a discussão da produtividade e da produção por planta, em função de cada um dos fatores, espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio. Assim, não foi possível analisar a combinação dos dois fatores e sua influência sobre a produção por área ou por planta, o que será feito tratando-se o fatorial 4 x 3 como doze tratamentos de espaçamentos combinados e utilizando-se o teste Scott & Knott para evidenciar as possíveis diferenças.

Para facilitar a discussão, procurou-se apresentar, junto com a combinação dos espaçamentos e das médias de produção, o número de plantas por hectare e a área destinada a cada planta (Tabela 10).

A produtividade (Figura 9) foi influenciada pela combinação dos espaçamentos. Os espaçamentos que obtiveram maiores produções foram 2,00 x 0,50 (10.000 plantas / ha) ; 2,50 x 0,50 (8.000 plantas / ha); 2,00 x 0,75 (6.666 plantas / ha); 2,50 x 0,75 (5.333 plantas / ha) e 2,00 x 1,00 (5.000 plantas / ha) na média de nove colheitas de 60, 52, 54, 53 e 50 sacas por hectare, respectivamente, sem diferença significativa entre si.

TABELA 10. Produções médias de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado e gramas por planta de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento	Nº de plantas/ha	Área por planta (m ²)	Produtividade (sc/ha)	Produção (g/planta)
2,0 x 0,5	10.000	1,0	60 a	365 c
2,5 x 0,5	8.000	1,25	52 a	393 c
3,0 x 0,5	6.666	1,5	41 b	377 c
3,5 x 0,5	5.714	1,75	35 b	369 c
2,0 x 0,75	6.666	1,5	54 a	485 b
2,5 x 0,75	5.333	1,875	53 a	597 a
3,0 x 0,75	4.444	2,25	42 b	567 a
3,5 x 0,75	3.809	2,625	36 b	572 a
2,0 x 1,0	5.000	2,0	50 a	608 a
2,5 x 1,0	4.000	2,5	42 b	632 a
3,0 x 1,0	3.333	3,0	35 b	643 a
3,5 x 1,0	2.857	3,5	28 b	600 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

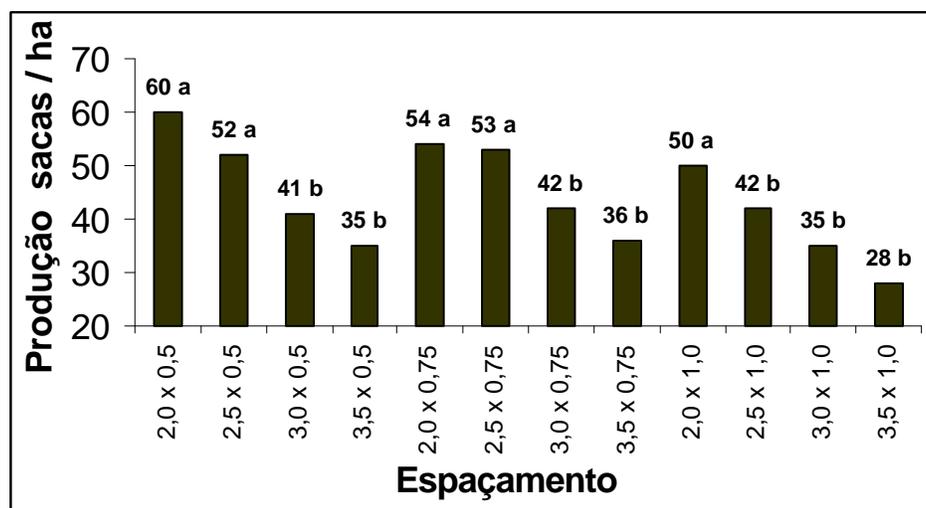


FIGURA 9. Produções médias de nove colheitas (1994-2002), em sacas por hectare de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

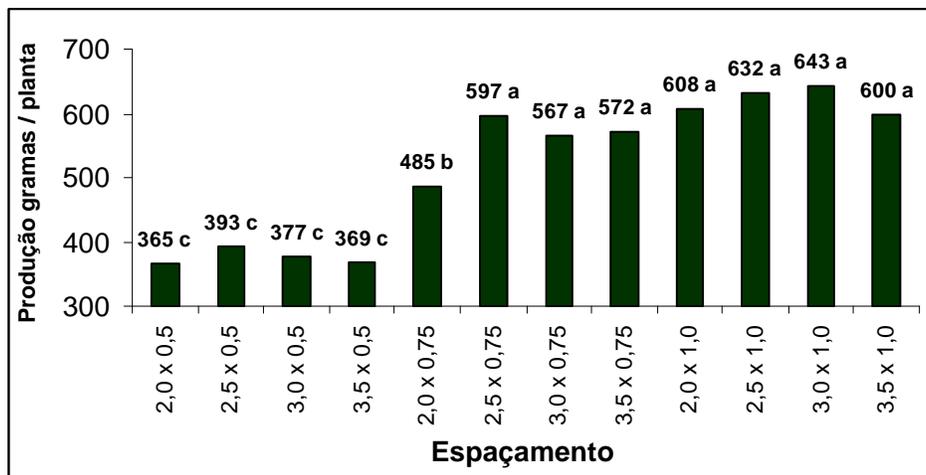


FIGURA 10. Produções médias de nove colheitas (1994-2002) em gramas por planta de café beneficiado, em função da combinação dos espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Os demais espaçamentos apresentaram médias inferiores às que foram apresentadas e significativamente iguais entre si. Resultados semelhantes foram observados por Barros et al. (1998), Santinato et al. (1999b) e Carvalho et al. (2001).

Estes resultados demonstraram a importância do adensamento entre as linhas de plantio, uma vez que os cinco melhores tratamentos possuíam espaçamentos entre as linhas de plantio mais adensadas (2,00 e 2,50 m), possibilitando visualizar o efeito da menor influência dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio na produção média dos anos, que pode ser explicado pelo já discutido "fechamento" precoce da lavoura. Fixando o espaçamento de 0,50 m entre as plantas, podem-se notar diferenças entre os espaçamentos entre as linhas, em que as distâncias de 2,00 e 2,50 m mostraram-se superiores às de 3,00 e 3,50 m.

Chama-se a ainda atenção para a disposição das plantas na área sobre a produtividade, como é o caso dos espaçamentos de 3,00 x 0,50 m e 2,00 x 0,75 m, que possuíam número de plantas por hectare e uma mesma área disponível por planta iguais, 6666 plantas e 1,50 m², respectivamente. O primeiro acrescentou uma produção média anual de 41 sacas por hectare e o segundo, 54 sacas por hectare, ou seja, 13 sacas por ano a mais, representando um acréscimo produtivo de 13,7 %. O espaçamento 2,00 x 1,00 m que possuía 5.000 plantas por hectare e 2,0 m² de área disponível por planta, apresentou produtividade superior aos espaçamentos 3,00 x 0,50 m com 6.666 plantas por hectare e 1,50 m de área disponível por planta e 3,50 x 0,50 m, com 5.714 plantas por hectare e 1,75 m² de área disponível por planta. O acréscimo na produtividade do espaçamento 2,00 x 1,00 m em relação aos espaçamentos 3,00 x 0,50 m e 3,50 x 0,50 m foi da ordem de 21,9% e 42,8 %, respectivamente (Tabela 10). Fica clara a importância e a dependência do arranjo dos espaçamentos na área quando se procura alcançar altas produtividades.

Os resultados obtidos concordaram com aqueles obtidos por Androcioli Filho et al. (2001), em estudo com cafeeiros adensados no estado do Paraná, que concluíram que nem sempre o número de plantas por hectare significou aumento na produtividade, tendo em vista que a produção também pode ser influenciada pela forma como os cafeeiros estão distribuídos na área.

Ao analisar a influência da combinação dos espaçamentos sobre a produção individual de cada planta (Figura 10), observou-se que os espaçamentos mais produtivos foram 2,50 x 0,75; 3,00 x 0,75; 3,50 x 0,75 m, além de todos aqueles que possuíam espaçamentos entre as plantas de 1,00 m, apresentando médias que variaram de 597 a 643 gramas por planta. O espaçamento de 2,00 x 0,75 m ocupou posição intermediária de 485 gramas por planta e os espaçamentos que possuíam 0,50 m entre as plantas na linha de plantio foram os menos produtivos, com médias que variaram de 365 a 393

gramas por planta. Portanto, conclui-se que a prática do adensamento entre as plantas na linha de plantio pode provocar menor produção individual por planta. Resultados semelhantes foram apresentados por Nacif (1997), Androcioli Filho (2002) e Rena (2003b)

Notou-se que, na produção por planta, o número de plantas por hectare não foi o único fator que influenciou a produção. Como pode ser visto na combinação dos espaçamentos de 3,00 x 0,50 m e 2,00 x 0,75 m, que possuíam um número de plantas por hectare e área disponível por planta iguais, 6.666 plantas e 1,50 m², o primeiro apresentou uma produção média anual de 377 gramas por planta e o segundo, 485 gramas por planta, ou seja, o segundo produziu 108 gramas a mais por planta a cada ano com um acréscimo na produção de 28,6 % (Figura 10).

Desse modo, os resultados indicaram que o fator que limitou a produção por indivíduo foi o espaçamento entre as plantas, uma vez que as quatro combinações de espaçamento que obtiveram menores produções foram aquelas que possuíam o espaçamento de 0,50m entre as plantas na linha de plantio.

A produtividade foi influenciada positivamente pela redução do espaçamento entre as linhas de plantio e a produção por planta foi influenciada negativamente quando se adotou o espaçamento de 0,50 m. A combinação de espaçamentos entre as linhas e dentro das linhas de plantio foi um fator de extrema importância no que diz respeito à produtividade. Utilizando-se como exemplo o espaçamento 2,00 x 0,50 m, que produziu apenas 365 gramas por planta, quando se multiplica por 10.000 plantas obtêm-se 3.650 quilos de café beneficiado, correspondente a 60 sacas de café beneficiado por hectare, a maior produtividade obtida. Os espaçamentos de 2,00 e 2,50 m entre as linhas de plantio foram os mais satisfatórios de produção por unidade de área.

4.2 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a bienalidade do cafeeiro

Vários autores citam que o plantio de cafeeiros no sistema adensado poderia ser responsável por uma maior estabilidade na produção, ou seja, uma menor variação na bienalidade ou pela diminuição do ciclo bienal (Bartholo et al., 1998; Mendes et al., 1994; Guimarães, 1994; Guimarães & Mendes, 1997; Matiello, 2002). A bienalidade pode ser considerada como a alternância em grandes e pequenas produções, o que é uma constante na cultura do cafeeiro. A dimensão dessa oscilação de produção do cafeeiro pode ser medida matematicamente, como propôs Stevens (1949), ao discutir as análises estatísticas em ensaios de variedades de cafeeiros. Dessa forma, sugeriu que a magnitude dessa bienalidade poderia ser medida subtraindo-se a média da produção dos anos de baixa da média dos anos de alta produção, sempre trabalhando com um número par de anos.

Para tal, foram utilizados os dados referentes aos anos entre 1995 e 2002. Subtraiu-se da média dos anos de alta produção (1996, 1998, 2000 e 2002) a média dos anos de baixa produção (1995, 1997, 1999 e 2001).

Na Tabela 11, pode-se observar a magnitude da bienalidade de produção, em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio.

A adoção de espaçamentos crescentes entre as linhas (Tabela 11) não influenciou a bienalidade em relação à produção individual de cada planta, ou seja a oscilação na produção entre os anos de alta e anos de baixa ocorreu da mesma maneira entre os espaçamentos mais e menos adensados.

Tal fato é extremamente factível, uma vez que como visto na Tabela 2A e na Figura 3, o adensamento nas linhas não influenciou a produção individual das plantas, a não ser no ano de 1996, que foi também observado na média dos anos de 1994 a 2002.

TABELA 11. Magnitude da bienalidade de produção, por meio da oscilação da produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002 em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas	Produção (g/planta)	Produtividade (sc/ha)
2,00	565 a	62,7 a
2,50	680 a	60,7 a
3,00	620 a	47,5 b
3,50	608 a	39,5 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

TABELA 12. Magnitude da bienalidade de produção, por meio da oscilação da produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002 em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas	Produção (g/planta)	Produtividade (sc/ha)
0,50	428 b	53,1 a
0,75	687 a	57,8 a
1,00	740 a	47,0 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

Quanto a produtividade (Tabela 11), a adoção de menores espaçamentos entre as linhas de plantio afetou a bienalidade. Ao contrário do que é preconizado por vários autores, observou-se que, à medida em que se reduziram os espaçamentos, a magnitude da oscilação aumentou, uma vez que diferença na produtividade entre os anos de alta e de baixa foi maior nos espaçamentos menores (2,00 e 2,50 m) do que naqueles plantados mais distantes (3,00 e 3,50 m), não havendo assim estabilização na produção com a adoção do adensamento. O fato é explicado analisando-se na Tabela 1A e na Figura 2, que a produção de cada ano, onde os espaçamentos menores entre as linhas

apresentaram maiores produções por hectare nos cinco primeiros anos e nos anos de alta produção. Nos anos de 1999 e 2001, de safra baixa, a diferença não foi detectada para espaçamentos entre as plantas, contribuindo assim para a oscilação tornar-se de maior amplitude nos espaçamentos menores.

Com relação à redução de espaçamentos entre as plantas na linha de plantio (Tabela 12), a produção individual das plantas foi influenciada. Os espaçamentos mais largos, (0,75 e 1,00 m) significativamente iguais entre si, apresentaram magnitudes da oscilação superiores em relação ao espaçamento de 0,50 m. Mais uma vez foi possível inferir que tal fato foi devido à menor produção por planta, à medida que se aumentou o adensamento, o que ocorreu na maioria dos anos (Tabela 2A e Figura 4) e na média das colheitas, proporcionando uma menor oscilação entre os anos de alta e baixa produção.

A oscilação da produção em sacas por hectare foi também afetada pelo espaçamento entre as plantas na linha de plantio (Tabela 12). Ao contrário do que já foi preconizada por vários autores, a adoção do adensamento não diminuiu a alternância entre os anos de alta e de baixa produção. Os espaçamentos de 0,50 e 0,75 m entre as plantas apresentaram-se com bialidade de maior magnitude em relação àqueles mais largos, de 1,00 m, em função de que, na média dos anos, os espaçamentos mais reduzidos apresentaram-se mais produtivos, tornando a oscilação também maior.

Para avaliar a influência da magnitude de oscilação de produção de café por meio da combinação entre os espaçamentos entre as linhas de plantio com os espaçamentos entre as plantas, mesmo que não tenha sido encontrada interação significativa entre os fatores, procedeu-se a análise dos dados para verificar o efeito sobre a combinação dos doze espaçamentos usados.

Na Tabela 13 são apresentados os dados magnitude da oscilação da bialidade de produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em

função da combinação de espaçamentos entre as linhas de plantio e as plantas na linha.

TABELA 13. Bionalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função da combinação de espaçamentos entre as linhas de plantio e as plantas na linha. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento	Produção (g/planta)	Produtividade (sc/ha)
2,00 x 0,50	365 b	61,0 a
2,50 x 0,50	422 b	56,3 a
3,00 x 0,50	465 b	51,6 a
3,50 x 0,50	459 b	43,6 b
2,00 x 0,75	600 a	66,6 a
2,50 x 0,75	815 a	72,3 a
3,00 x 0,75	636 a	51,6 a
3,50 x 0,75	640 a	40,6 b
2,00 x 1,00	729 a	60,6 a
2,50 x 1,00	803 a	53,6 a
3,00 x 1,00	702 a	39,3 b
3,50 x 1,00	725 a	34,3 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5 % de probabilidade

Com relação à produção individual de cada planta, as combinações de espaçamentos em que se utilizou o espaçamento de 0,50 m entre as plantas na linha de plantio foram aquelas que apresentaram menor oscilação do ciclo bienal. Isso permite afirmar que a adoção desse espaçamento entre as plantas na linha de plantio pode diminuir a bionalidade da produção de cada planta. Esse efeito mostra que quanto mais adensado o espaçamento entre as plantas na linha

de plantio, ocorre uma menor produção de cada indivíduo, como pode-se observar na Tabela 5.

Em relação à produtividade em sacas de café beneficiado por hectare, observa-se, na Tabela 13, que a combinação de espaçamentos em que utilizou-se do espaçamento entre as linhas de plantio de 3,50 m e também a combinação de 3,00 x 1,00 m foram as responsáveis pelas menores oscilações do ciclo bienal, ao contrário do que já foi comentado em diversos vários trabalhos e artigos já citados (Mendes et al., 1994; Guimarães et al., 1994; Guimarães & Mendes, 1997; Matiello et al., 2002) que apresentavam o adensamento como um estabilizador da produtividade na propriedade cafeeira. Ficou evidenciado que a prática do adensamento não diminuiu a oscilação da bienalidade, principalmente porque os anos de alta produção foram extremamente superiores em produtividade e que nos anos de baixa são significativamente iguais aos espaçamentos tradicionais, mais largos, como pode ser comprovado nas Figuras 2 e 4.

4.3 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a arquitetura das plantas

As Tabelas 14 e 15 referem-se às médias das características vegetativas avaliadas ligadas à arquitetura das plantas, em função dos espaçamentos adotados entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio em agosto de 2002, ou seja, dez anos e seis meses após o plantio.

A apresentação desses resultados isolados, espaçamento entre as linhas e espaçamento entre as plantas deve-se à ausência de significância da interação dessas duas fontes de variação, como se pode comprovar na análise de variância (Tabela 9 A). Cada uma das características avaliadas será discutida em um subitem específico, de modo a se aplicar, além do teste de médias, também a

regressão linear, aumentando de forma efetiva as informações a serem discutidas.

TABELA 14. Médias das características vegetativas ligadas à arquitetura das plantas, em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio avaliadas em agosto de 2002. UFLA, Lavras, MG, 2004.

	Altura da planta (m)	Altura da saia (m)	Comprimento da copa (m)	Diâmetro da copa (m)	Diâmetro do caule (mm)
2,0	3,09 a	1,17 a	1,91 b	1,56 b	74,22 a
2,5	3,04 a	0,93 a	2,11 b	1,69 b	73,49 a
3,0	3,04 a	0,60 b	2,43 a	1,78 a	72,34 a
3,5	2,88 b	0,55 b	3,32 a	1,76 a	74,84 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 15. Médias das características vegetativas ligadas à arquitetura das plantas em agosto de 2002, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

	Altura da planta (m)	Altura da saia (m)	Comprimento da copa (m)	Diâmetro da copa (m)	Diâmetro do caule (mm)
0,5	3,13 a	1,02 a	2,10 a	1,61 b	68,78 c
0,75	3,04 a	0,73 b	2,30 a	1,77 a	72,84 b
1,0	2,86 b	0,68 b	2,18 a	1,75 a	79,54 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem-se significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

4.3.1 Influência da redução dos espaçamentos sobre a altura das plantas

Os comprimentos dos ramos ortotrópicos, ou seja, a altura das plantas foi significativamente afetada pelos espaçamentos adotados tanto entre as linhas de plantio como entre as plantas na linha de plantio.

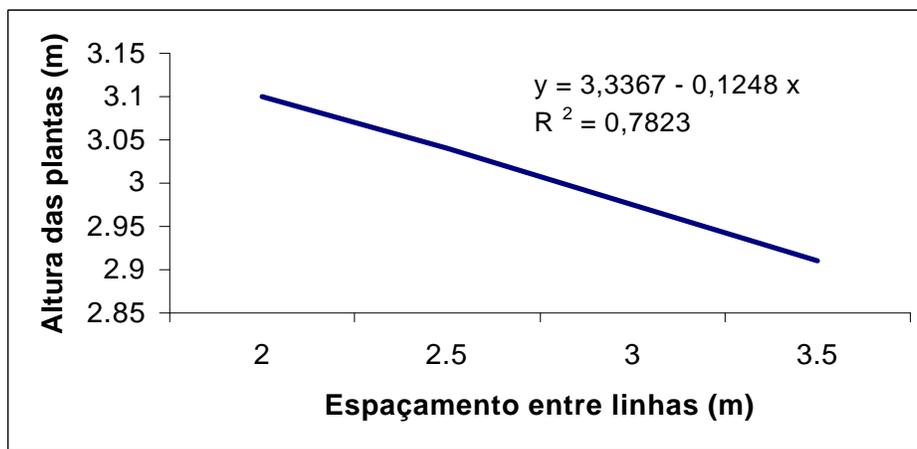


FIGURA 11. Média da altura dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Quanto ao espaçamento entre as linhas de plantio, pode-se notar, na Tabela 14, que o espaçamento de 3,50 m foi aquele que apresentou as menores médias de altura das plantas, comparado aos demais espaçamentos que foram adotados, significativamente iguais entre si. A Figura 11 demonstra que a altura foi influenciada pela distância entre as linhas de plantio apresentando um comportamento linear negativo, ou seja, à medida que se aumentou o espaçamento, obtiveram-se plantas de porte mais reduzido. Tal resposta pode ser explicada pelo fato de que à medida em que se diminuiu o espaçamento entre os cafeeiros nas linhas de plantio ocorreu uma maior competição por luz, fazendo com que esses tenham um crescimento ou um estiolamento superior àqueles cafeeiros plantados em espaçamentos mais largos. Este resultado foi o mesmo encontrado por Nacif (1997) e Rena et al. (1994), em cujo trabalhos o crescimento ortotrópico aumentou linearmente com a redução do espaçamento entre as linhas de plantio. Diferentes cultivares apresentaram comportamentos distintos quanto à altura dos cafeeiros, quando submetidos ao adensamento entre as linhas de plantio, com destaque para a cultivar Oeiras MG 6851 que, até os

três anos de idade, não havia sido influenciada pelo adensamento, ao contrário das demais (Augusto et al., 2001).

No teste de médias, apenas o espaçamento de 3,50 m diferiu significativamente dos demais, devido ao fato de a coleta dos dados ter sido feita pontualmente em uma data aos dez anos após o plantio e que, nessa época, os demais espaçamentos já estavam afetando igualmente o crescimento do ramo ortotrópico. Esse que deve ser observado com restrições pois, durante o ciclo cultural da planta, esses espaçamentos entre as linhas de plantio poderiam afetar essa altura e as outras variáveis respostas de forma diferente.

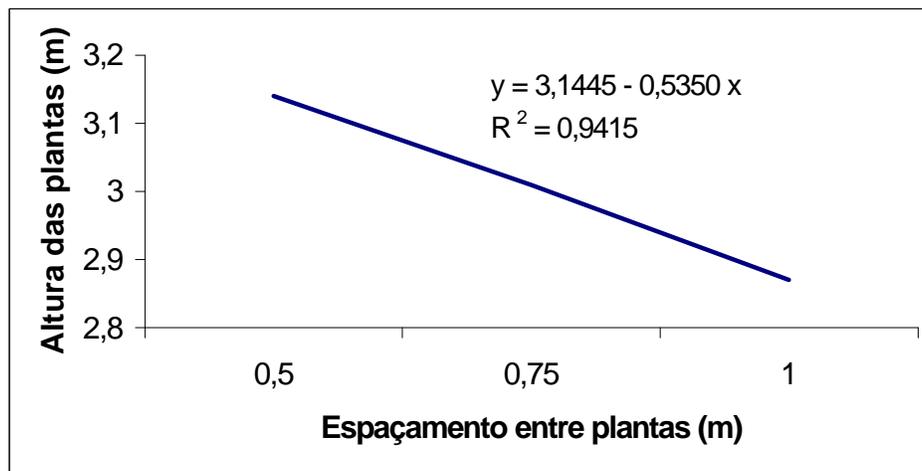


FIGURA 12. Média da altura dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A altura das plantas foi também influenciada significativamente pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. Na Tabela 15 estão contidas as médias da altura das plantas em função do espaçamento entre as plantas na linha de plantio. Pode-se notar que o espaçamento de 1,00 m entre as plantas foi o que proporcionou a menor altura do ramo ortotrópico, comparado aos espaçamentos mais adensados, 0,50 e 0,75 m, significativamente iguais entre si. Pela Figura 12 observa-se o comportamento linear negativo da altura das

plantas, em função dos espaçamentos adotados, ou seja, à medida em que se reduz o espaçamento entre as plantas, obtêm-se cafeeiros mais altos.



FIGURA 13 Comparação entre as medidas de altura de cafeeiros submetidos a diferentes combinações de espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio: 1 – Espaçamento de 3,50 x 1,00 m e 2- Espaçamento de 2,00 x 0,50 m., Fazenda Experimental de Machado, Janeiro de 2003. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Estes resultados são concordantes aos obtidos por (Nacif, 1997; Rena et al., 1994; Rena et al., 2003b), em cujo trabalhos a altura da planta (crescimento ortotrópico) aumentou linearmente com a redução do espaçamento entre as

plantas na linha de plantio. Carvalho et al. (2003) trabalhando com espaçamentos com os quais as populações variavam de 2.500 a 20.000 por hectare, destacaram o crescimento acelerado dos cafeeiros submetidos aos sistemas super e hiperdensado.

Os resultados mostraram que o efeito do adensamento entre as plantas na linha de plantio foi maior do que sobre as linhas de plantio, como se pode observar nas equações das Figuras 11 e 12. Para cada metro que se aumentar no espaçamento entre as linhas de plantio, se obterão plantas 12 cm menores; já no espaçamento entre as plantas na linha para cada metro acrescido no espaçamento, se obterão plantas 53 cm menores. A Figura 13 compara os extremos dos espaçamentos avaliados neste ensaio: o mais distanciado (3,50 x 1,00 m) e o mais adensado (2,00 x 0,50).

4.3.2 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre a altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros ("saia")

A altura dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros é a medida de distância entre o solo e a inserção dos primeiros ramos plagiotrópicos e no presente trabalho foi significativamente afetada pelos espaçamentos adotados tanto entre as linhas de plantio como entre as plantas na linha de plantio.

Em relação ao espaçamento entre as linhas de plantio pode-se notar na Tabela 14 que os espaçamentos de 2,00 e 2,50 m, significativamente iguais entre si, foram os que obtiveram as maiores médias de altura de saia das plantas, quando comparados aos espaçamentos mais largo, 3,00 e 3,50 m, significativamente iguais entre si.

Na Figura 14 nota-se, pela análise de regressão, que esta altura dos ramos plagiotrópicos foi influenciada por esta distância entre as linhas de plantio, apresentando comportamento linear negativo, ou seja, a medida que se aumentou o espaçamento obtiveram-se plantas com menor perda de saia, ou

seja, ocorreu menor morte dos ramos plagiotrópicos inferiores. Essa resposta pode ser, em parte, explicada pela ocorrência de um maior sombreamento desses ramos basais, fazendo com que ao longo do ciclo da planta esses ramos percam suas folhas, chegando a ponto de secar e morrer (Matiello et al., 2002). Este efeito foi também relatado por Thomaziello et al. (1998) que afirmaram que o fechamento dos cafeeiros tem como agravante a diminuição da produção dos mesmos, o que explicaria a menor produção de cada indivíduo dentro de um sistema adensado de produção.

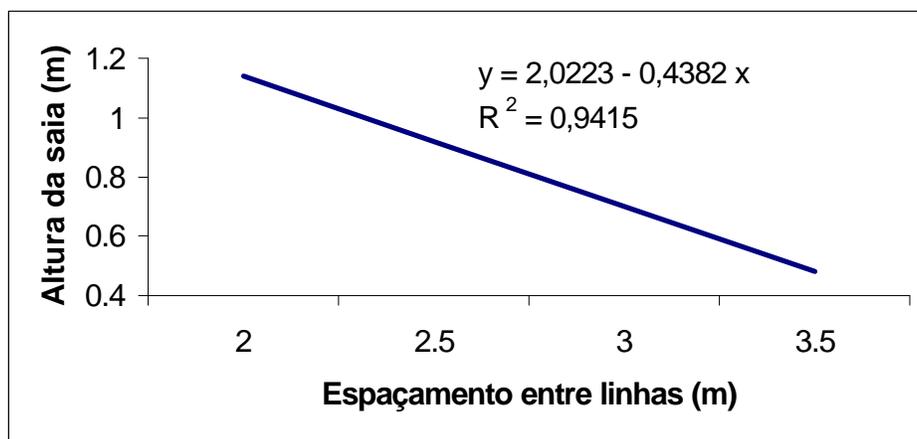


FIGURA 14. Média da altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

A altura dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros foi também significativamente influenciada pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio conforme nota-se na Tabela 15, na qual o espaçamento de 0,50 m entre as plantas foi o que apresentou maior altura dos primeiros ramos plagiotrópicos, quando comparado aos espaçamentos menos adensados (0,75 e 1,00 m), significativamente iguais entre si. Na Figura 15 nota-se o efeito linear negativo da altura da saia das plantas, em função dos espaçamentos adotados, caracterizando a "derrama" dos ramos de forma acentuada nos espaçamentos

mais adensados. Esses resultados concordaram com Matiello et al. (2002) e Thomaziello et al. (1998). Sobre o fechamento rápido da lavoura em condições de adensamento, Carvalho et al. (2003) citaram que esse pode ser responsável pela necessidade de um manejo mais intenso com as operações de poda e desbrota das plantas.

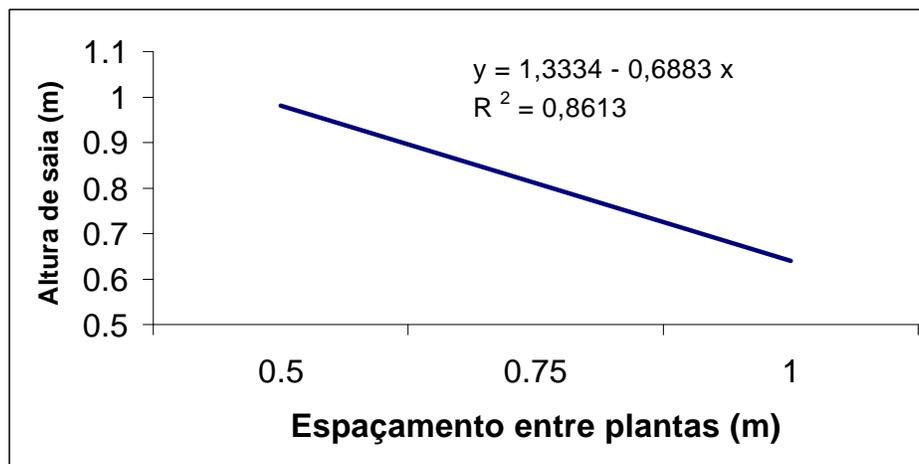


FIGURA 15. Média da altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Matiello et al. (2002) relataram, ainda, que a evolução do fechamento da lavoura causa a formação de verdadeiros túneis, ficando a produção restrita aos ponteiros da planta. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que, à medida em que se adensaram as plantas, tanto nas linhas de plantio quanto entre as plantas na linha, perdeu-se mais intensamente e rapidamente a saia. A adoção do espaçamento de 2,00 m entre as linhas causou um aumento de 112 % na altura de saia maior do que no de 3,50m, o mais largo. A adoção do espaçamento de 0,50 m entre as plantas causou uma perda de "saia" 50% maior do que o de 1,00 m, o mais largo. Desse modo, ficou constatado que o efeito do adensamento entre as plantas na linha de plantio foi

maior do que nas linhas de plantio, como se pode observar nas equações das Figuras 14 e 15. A cada metro entre as linhas de plantio em que se aumentar o espaçamento, obteriam-se alturas de saia 43 cm menores e no espaçamento entre as plantas na linha para cada metro serão obtidas plantas com altura de saia 68 cm menores. A Figura 16 compara a altura da inserção dos ramos plagiotrópicos baixeiros nos extremos dos espaçamentos avaliados neste ensaio: o mais distanciado (3,50 x 1,00 m) e o mais adensado (2,00 x 0,50). Observa-se que, no menor espaçamento, ocorreu a morte total dos ramos plagiotrópicos do terço inferior dos cafeeiros.



FIGURA 16 Comparação entre as medidas de altura dos ramos plagiotrópicos baixeiros de cafeeiros submetidos a diferentes combinações de espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio: 1 – Espaçamento de 3,50 x 1,00 m e 2- Espaçamento de 2,00 x 0,50m., Fazenda Experimental de Machado, janeiro de 2003. UFLA, Lavras, MG, 2004.

4.3.3 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o comprimento da copa

O comprimento da copa dos cafeeiros, representado pela diferença entre a altura dos cafeeiros e a altura da saia, foi significativamente afetado pelos espaçamentos adotados entre as linhas de plantio e não sofreu influência dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio.

Em relação ao espaçamento entre as linhas de plantio, pode ser visto, na Tabela 14, que os espaçamentos de 2,00 e 2,50 m, significativamente iguais entre si, foram os que obtiveram as menores médias de comprimento da copa das plantas, quando comparados aos espaçamentos mais largos (3,00 e 3,50 m), significativamente iguais entre si.

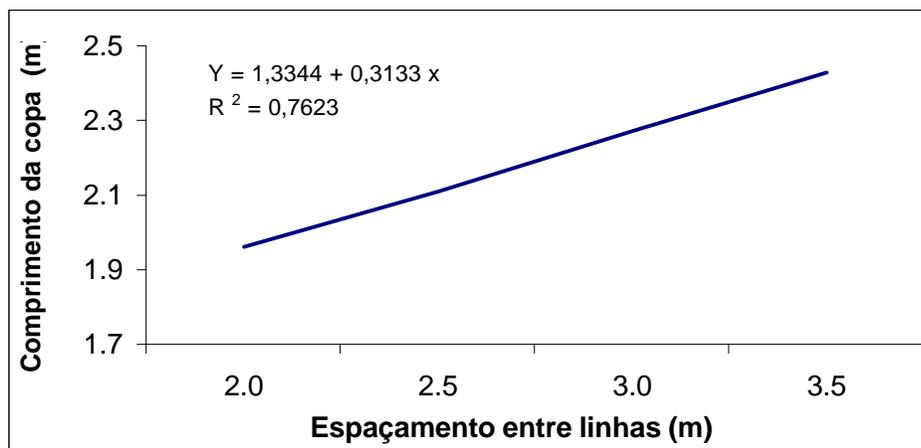


FIGURA 17. Média do comprimento da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Na Figura 17 nota-se que o comprimento da copa foi influenciado pela distância entre as linhas de plantio apresentando comportamento linear positivo, sendo que para cada 0,50 m em que se aumenta o espaçamento entre as linhas obtém-se um aumento de 15 cm no comprimento da copa dos cafeeiros.

O comprimento da copa dos cafeeiros não foi afetado pela redução de espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, como é observado na Tabela 15, em que independentemente do espaçamento adotado, as médias do comprimento da copa foram significativamente iguais. Dessa forma, não se faz necessário o estudo da regressão do mesmo.

Não se encontrou nenhuma menção a esta variável resposta na literatura, porém, a mesma será de suma importância na discussão sobre a consequência da redução dos espaçamentos de plantio sobre os teores de carboidratos dos discos caulinares de cafeeiros.

4.3.4 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o diâmetro da copa

Em relação ao espaçamento entre as linhas de plantio pode ser visto na Tabela 14 que os espaçamentos de 2,00 e 2,50 m, significativamente iguais entre si, foram os que obtiveram as menores médias de diâmetro da copa das plantas, comparados aos espaçamentos mais largos, (3,00 e 3,50 m) significativamente iguais entre si. Na Figura 18 nota-se que o diâmetro da copa foi influenciado pela distância entre as linhas de plantio, apresentando comportamento quadrático positivo, ou seja, o espaçamento entre linha de 2,00 m proporcionou um diâmetro de saia menor que os demais, porém, significativamente igual ao de 2,50 m. O espaçamento de 3,00 m foi o que apresentou maior diâmetro de copa, semelhante ao espaçamento de 3,50m.

Ficou claro que, nos espaçamentos menores entre as linhas de plantio o comprimento dos ramos plagiotrópicos, e conseqüentemente o diâmetro da copa dos cafeeiros, foi menor do que nos plantios onde se adotou um espaçamento entre as linhas mais largo. Augusto et al. (2001) encontraram, já aos três anos após o plantio em três das seis cultivares avaliadas, que o diâmetro da copa foi influenciado em diferentes maneiras em função do espaçamento.

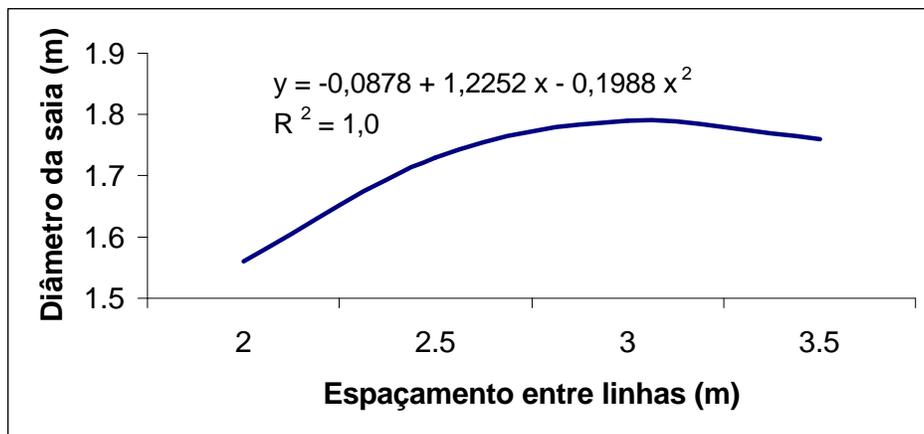


FIGURA 18. Média do diâmetro médio da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras -MG, 2004.

Nacif (1997) não encontrou diferenças significativas no diâmetro da base da copa quanto ao espaçamento entre as linhas aos 55,7 meses após o plantio, porque nessa idade, a distância entre as linhas de plantio ainda não havia sofrido a influência desse adensamento, uma vez que os efeitos desses espaçamentos sobre as características da arquitetura da planta são acentuados com o tempo, como cita este autor.

O diâmetro médio da copas dos cafeeiros foi também significativamente influenciado pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio conforme se pode observar na Tabela 15. Pode-se notar que o espaçamento de 0,50 m entre as plantas foi o que proporcionou menor diâmetro de copa quando comparado aos espaçamentos mais largos (0,75 e 1,00 m), significativamente iguais entre si..

Na Figura 19 nota-se o efeito quadrático positivo do diâmetro da copa em função dos espaçamentos adotados, ou seja, o espaçamento de 0,50 m entre as plantas foi o que proporcionou as menores médias de diâmetro da copa quando comparado aos demais, significativamente iguais.

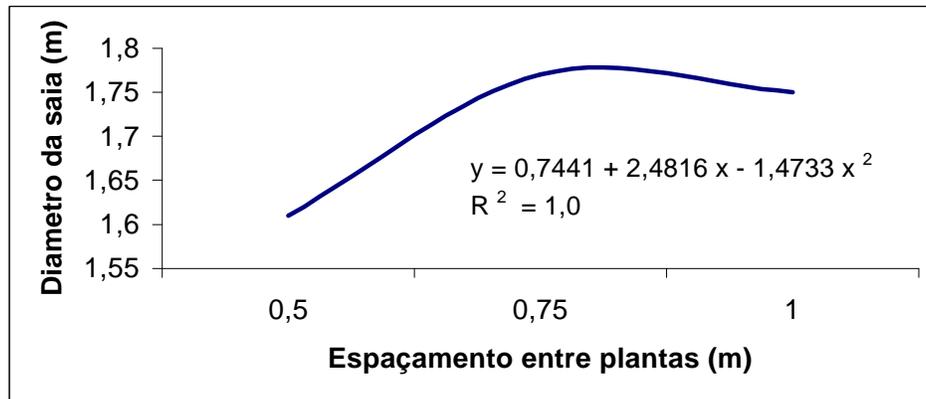


FIGURA 19. Média do diâmetro médio da copa dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Estes resultados não confirmam os obtidos por (Nacif, 1997 e Rena et al., 2003b), em que o diâmetro da base da copa aumentou linearmente com a redução do espaçamento entre as plantas na linha de plantio. Esses resultados podem ser explicados porque os autores fizeram essas avaliações somente até cinco anos após o plantio, uma vez que Rivera (1991) encontrou menores diâmetros de copa com a adoção do adensamento entre as plantas com cafeeiros aos dez anos de idade, mostrando que os resultados da literatura parecem não ser universais e que o efeito da redução do espaçamento pode acentuar ou até se modificar com o tempo.

4.3.5 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre o diâmetro do caule

O diâmetro do caule dos cafeeiros não foi afetado pela redução de espaçamentos entre as linhas de plantio, como é observado no Tabela 14, em que independentemente do espaçamento adotado entre as linhas de plantio as

médias dos diâmetros do caule foram significativamente iguais. Esses resultados diferem dos encontrados por Nacif (1997) nos quais, o adensamento nas linhas influenciou negativamente o diâmetro da base do caule já a partir dos 43 meses de idade. No presente trabalho, com a lavoura aos 12 anos de plantio e com uma boa precisão experimental, o diâmetro do caule não foi influenciado pelos espaçamentos entre as linhas de plantio (Tabela 14). Augusto et al. (2001) não encontraram diferenças de diâmetro máximo do caule aos 33 meses do plantio em três das seis cultivares avaliadas, inclusive na IAC 44, utilizada neste estudo.

A redução do espaçamento entre as plantas na linha de plantio influenciou negativamente o diâmetro da base do caule, conforme pode ser visualizado no Tabela 15. O espaçamento entre as plantas de 0,50 m foi aquele que proporcionou as menores médias de diâmetro do caule, seguido pelo de 0,75 m e também pelo 1,00 m, que se diferenciaram significativamente.

Na Figura 20 está apresentado graficamente esse comportamento linear negativo em que a medida que se aumenta o espaçamento entre as plantas na linha de plantio menores diâmetros do caule dos cafeeiros são obtidos. Esse resultado foi semelhante encontrado por outros autores, Rivera (1991); Nacif (1997) e Rena et al. (2003b).

A equação linear apresentada na Figura 20 demonstra que para cada 0,25 m que se reduz o espaçamento, ocorrerá uma redução no diâmetro do caule de 5,38 mm. Rena et al. (2003b) encontraram uma diminuição no diâmetro do caule de 3,05mm para cada 0,25 m ao reduzir o espaçamento de cafeeiros aos 55 meses de idade. Carvalho et al. (2003) destacam que o diâmetro do caule foi reduzido significativamente à medida em que as plantas eram submetidas a uma elevada densidade de plantio.

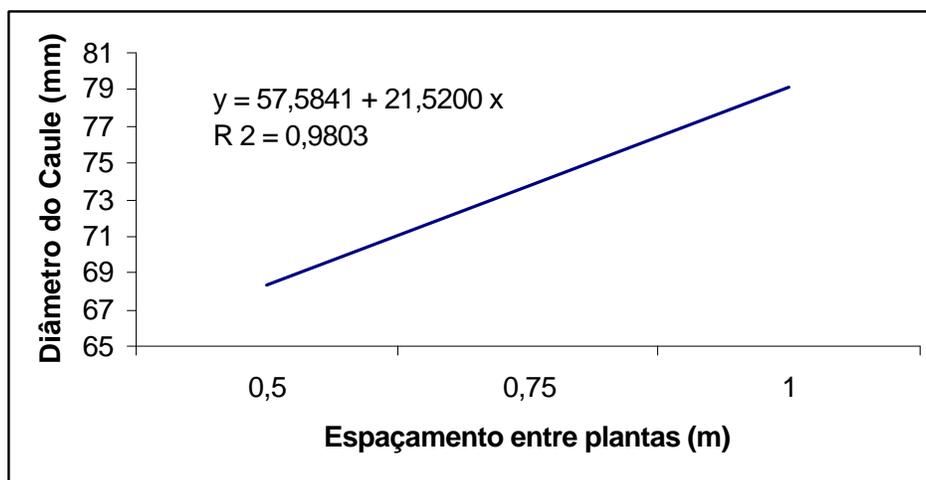


FIGURA 20. Média do diâmetro médio do caule dos cafeeiros (m), em função dos diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Nacif (1997) afirmou que os efeitos de maior diâmetro do caule tornaram-se mais acentuados à medida que as plantas envelheceram e que pelas declividades das retas das equações de regressão, ficou evidente que o efeito do espaçamento de plantas na linha foi muito mais intenso do que o efeito do fator espaçamento entre as linhas de plantio. Isso pode ser explicado pelo fato de que no presente ensaio, aos doze anos de idade, não foram encontradas diferenças significativas no diâmetro do caule, em função dos espaçamentos entre as linhas.

4.4 Conseqüências da redução dos espaçamentos sobre os teores caulinares de carboidratos

A redução dos espaçamentos, tanto entre as linhas de plantio quanto entre as plantas na linha, afetou diferencialmente os teores de carboidratos ou fotoassimilados (açúcares totais e de amido) das plantas estudadas.

Aumentos de 0,5 m entre as linhas do cafeeiro, dentro do intervalo de 2,0 a 3,5 m, não provocaram variações na produção individual de cada planta, bem como nos teores caulinares de amido e de açúcares solúveis totais analisados no dia da poda, logo após a colheita em julho de 2002 e seis meses depois, em janeiro de 2003 (Tabela 16).

Esses resultados demonstram que os diferentes ambientes, resultantes da variação da densidade de plantio, foram homogêneos entre si para a produção de cada planta, teores de amido e de açúcares totais, uma vez que as plantas produziram, individualmente, as mesmas quantidades de café beneficiado e que a intensidade do dreno de carboidratos a partir do caule foi a mesma para todas as plantas.

Esta ausência de diferenças significativas, ao se considerar o espaçamento crescente entre fileiras nessa lavoura de 10 anos de idade, reflete em parte, o estado vegetativo da lavoura em seu respectivo talhão. Os dados de arquitetura das plantas mostram que, à medida que se diminui a distância entre as fileiras do cafeeiro de 3,5 para 2,0 m, as plantas apresentam-se mais altas e com maior altura da “saia” (Tabela 14). A análise conjunta desses resultados permite concluir que, no espaçamento mais adensado entre as linhas, a maior altura das plantas leva a um maior auto-sombreamento e, com isso, um menor diâmetro de saia e uma maior morte dos ramos plagiotrópicos inferiores, devido à deficiência de incidência de radiação naquelas partes das plantas. Por outro lado, a menor altura das plantas cultivadas entre fileiras mais distantes é compensada por ramos plagiotrópicos inferiores maiores e mais baixos em relação ao nível do solo.]

Se subtrairmos a altura da saia da altura das planta, veremos que nesse intervalo de espaçamento entre as linhas de plantio, houve uma diferença de comprimento de copa de 0,41 m a favor das plantas cultivadas entre fileiras mais distantes. Essa diferença, entretanto, não teve reflexos positivos na

produção, uma vez que, para esses cafeeiros de 10 anos de idade, ela está preponderantemente associada aos dois terços superiores da planta.

TABELA 16. Produção em sacas por hectare e gramas por planta da safra de 2002 e teores de amido e de açúcares solúveis totais no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre linhas (m)	Produção (sc/ha)	Produção (g / planta)	Amido (%)		Açúcares solúveis Totais (%)	
			Julho 2002	Janeiro 2003	Julho 2002	Janeiro 2003
2,00	81 a	733 a	7,79 a	15,23 a	1,63 a	1,26 a
2,50	80 a	888 a	8,90 a	15,68 a	1,70 a	1,29 a
3,00	67 b	887 a	8,36 a	16,13 a	1,78 a	1,29 a
3,50	56 b	899 a	9,88 a	16,29 a	1,58 a	1,43 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade

Já no terço inferior da planta, a produção é significativamente inferior aos demais e, por isso mesmo, não interfere na produção total da planta seja pela insuficiência de radiação fotossinteticamente ativa, como no caso dos cafeeiros cultivados em fileiras mais adensadas, ou pela presença de frutos somente nas pontas dos ramos de plantas de linhas distanciadas. Portanto, independentemente do espaçamento adotado entre as linhas de plantio, ambos os lados das plantas na parte produtiva recebem a mesma quantidade de radiação. Com isso, é de se esperar que as folhas pertencentes a essa parte do dossel fotossintetizem a mesma quantidade de assimilados e portanto, se comportem como fonte de carboidratos de mesma intensidade e capacidade. Já que a manutenção e o enchimento dos frutos do cafeeiro dependem, em um primeiro momento, da fotossíntese corrente, e partindo da premissa de que ela foi igual para em todos os tratamentos, é lícito esperar uma mesma produção das plantas,

e, portanto, com a mesma força de dreno, tal como ocorreu, em todos os tratamentos (Tabela 16).

Como a fonte e o dreno, independentemente do espaçamento das fileiras, foram quantitativamente iguais, supõe-se que o excesso de fotoassimilados foi drenado em quantidades semelhantes para o tronco e armazenados na mesma capacidade. Essa hipótese pode ser confirmada, ao se observar que os teores de amido e açúcares solúveis totais no caule das plantas não apresentaram diferenças significativas para todos os tratamentos (Tabela 16).

Quando a produção foi expressa em sacas de café beneficiado por hectare, observa-se que as maiores e menores produtividades foram alcançadas para os espaçamentos entre as fileiras de 2,0 e 2,5 m e de 3,0 a 3,5 m, como reflexo do maior e menor número de plantas por área, respectivamente. Ao se comparar, então os dados de produtividade com os teores de amido e de açúcares solúveis totais nos caules das plantas, logo após a colheita - em julho - (Tabela 16), observa-se que embora a produtividade tenha variado significativamente de 56 a 81 sacas por hectare, as concentrações dos carboidratos permaneceram semelhantes entre si.

Até a década de 1980, acreditava-se que os teores de carboidratos se correlacionavam negativamente com a produtividade da planta (Cooil, 1960; Patel, 1970; Njoroge et al., 1992; Rena et al., 2003a) e que a bienalidade de produção poderia ser função da quantidade de reservas nas raízes (Navarrete, 1954). Entretanto, Carvalho (1985) mostrou que a fotossíntese corrente exerce um importante papel para o desenvolvimento dos frutos, o que diminui a importância das reservas de carboidratos presentes em ramos e caules relacionadas com esse evento. Mais recentemente, Livramento et al. (2002), ao estudarem a influência da produção nos níveis de carboidratos das plantas de café, mostraram que uma elevada produção de frutos não é um fator que se

apresenta relacionado com o esgotamento das reservas de carboidratos em cafeeiro.

O presente trabalho corrobora aqueles encontrados por Livramento et al. (2002), uma vez que ficou evidenciado que os teores de carboidratos não variaram em função da carga da planta. A manutenção das reservas orgânicas no caule sugere que, independentemente do espaçamento das linhas e, mediante o desenvolvimento e a manutenção de uma superfície foliar fotossinteticamente ativa nos terços médio e superior das plantas, foi o fator responsável pela sustentação de uma elevada carga de frutos, produzindo fotoassimilados “extras” para o armazenamento.

Outro aspecto importante a ser discutido se refere aos níveis de carboidratos encontrados nos caules dos cafeeiros em janeiro de 2003, relativamente aos de julho de 2002. Verifica-se que, enquanto os teores de açúcares solúveis totais caíram ligeiramente, os de amido aumentaram em aproximadamente duas vezes. Essas variações refletem as condições climáticas, bem como o manejo adotado entre as duas épocas. Neste aspecto, tem sido observada uma retomada do crescimento vegetativo do cafeeiro a partir do início da primavera, em função de aumentos na temperatura e do reinício da estação chuvosa (Amaral, 1991; Freitas, 2004). Esse novo ritmo de enfolhamento da planta, de maneira geral, tem sido potencializado pela adoção de práticas de manejos culturais como adubação, controle de pragas e doenças, próprias para esta estação, conforme recomendado por Livramento et al. (2002). Desse modo, ao fim da primavera, é comum encontrar lavouras bem vigorosas e bem enfolhadas, o que, associado às condições climáticas favoráveis, proporcionam altas taxas fotossintéticas. Com isso, uma boa parte dos carboidratos recém-sintetizados, como os açúcares solúveis totais, são exportados para atender o crescimento de novos ramos, folhas e frutos e o restante armazenado no caule, como tais ou na forma de

amido. Portanto, o aumento nos níveis de amido observado em janeiro de 2003 reflete uma alta taxa fotossintética no período antecedente.

Os dados obtidos pela variação do espaçamento entre fileiras, relacionados à produção vegetativa e reprodutiva do cafeeiro, levam a concluir que, para lavouras de até 10 anos de idade, cultivadas nessas condições, pode-se permitir uma perda de saia de até 1,0 m de altura, desde que o comprimento da copa da planta de situe por volta de 2,0 m. Nessas condições, a saia, se existente, iria contribuir muito pouco para a produção total da planta, pela escassez de radiação na parte inferior da planta. Por outro lado, uma copa nessa dimensão seria suficientemente grande para captar a radiação incidente e transformá-la em energia química, essencial para o atendimento das necessidades do fruto em crescimento. Obviamente, para lavouras mais jovens, esse raciocínio não se aplica, já que copa formada ainda é insuficiente para a captação de toda a energia da radiação e, por conseguinte, deve ser preservada ao máximo.

A produção individual de cada planta aumentou significativamente, em média, 59% e 15%, quando a distância entre as plantas na linha passou de 0,5m para 0,75m e de 0,75m para 1,0 m, respectivamente (Tabela 17). Nos extremos desse intervalo de espaçamento, a análise bioquímica revelou, logo após a colheita em julho de 2002, que os teores caulinares de amido permaneceram inalterados, enquanto que os de açúcares solúveis totais aumentaram significativamente.

Considerando esses resultados, e sabendo-se que os açúcares solúveis totais refletem, de maneira geral, a fotossíntese líquida corrente, o maior teor desses componentes nos caules das plantas de maior espaçamento (1,0 m) revela um microclima mais favorável, possivelmente em função da maior radiação incidente. A observação de uma maior eficiência no metabolismo do carbono, nessa condição, pode ser corroborada ao se observar uma maior produção de

frutos nessas plantas, sem gastos da reserva de carboidratos, aqui representada pelo teor de amido.

TABELA 17. Produção em sacas por hectare e gramas por planta da safra de 2002 e teores de açúcares solúveis totais e de amido no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas nas linhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre plantas (m)	Produção (sc/ha)	Produção (g/planta)	Amido (%)		Açúcares solúveis Totais (%)	
			Julho 2002	Janeiro 2003	Julho 2002	Janeiro 2003
0,50	72 a	577 c	8,21 a	14,67 c	1,50 b	1,12 b
0,75	75 a	915 b	8,68 a	15,90 b	1,80 a	1,24 b
1,00	66 a	1056 a	9,30 a	16,93 a	1,72 a	1,59 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Recentemente, Livramento (2001) investigou a influência da produção nos teores de carboidratos. Os resultados desse experimento mostraram que os teores de açúcares solúveis totais no caule e os de amido nas folhas, ramos e, principalmente, nos caules, determinados após a colheita, mostraram-se mais elevados nas plantas que obtiveram maiores cargas de frutos. Os teores de açúcares solúveis totais nas folhas e ramos não variaram com a produtividade da lavoura. Diversos autores relatam que uma elevada produção de frutos é um fator relacionado com o esgotamento das reservas de carboidratos em cafeeiro (Cooil, 1960; Patel, 1970; Cannel, 1976). Entretanto, o que se observou neste trabalho é que os frutos não se comportaram como drenos suficientemente fortes, a ponto de esgotarem as reservas de carboidratos nas diversas partes da planta. Eles se valem, prioritariamente, da fotossíntese corrente (Livramento et al., 2003).

Observa-se relação crescente entre a produção das plantas e os teores de amido no caule, seis meses após a colheita (Tabela 17). Para Cannel (1976), a

presença dos frutos aumenta a taxa fotossintética das folhas do cafeeiro e estas fornecem assimilados para os frutos localizados em sua base. No presente caso, essas plantas, mediante o desenvolvimento e a manutenção de uma superfície foliar fotossinteticamente ativa mínima, conseguiram sustentar sua elevada produção de frutos, produzindo fotoassimilados “extras” para o armazenamento.

E interessante notar que os teores de amido no caule praticamente dobraram em janeiro de 2003, relativamente àqueles verificados em julho de 2002 (Tabelas 16 e 17). Esses maiores teores de amido poderiam estar relacionados às adubações recebidas por este último grupo de plantas. Bartholo (2001) constatou aumentos nos teores de amido justamente nos períodos que sucederam as adubações. É possível que a manutenção de um bom nível de fertilidade no solo, mediante adubações equilibradas, aliadas a temperaturas e condições hídricas favoráveis, tenha aumentado as reservas de carboidratos dessas plantas. De acordo com Livramento et al. (2003), resultados semelhantes a esses sugerem uma relação positiva entre níveis de produtividade e teores de carboidratos no caule, refletindo com isso, uma condição particular em que as plantas se encontravam vigorosas, em razão de manejo adequado da lavoura. Para esses autores, em lavouras depauperadas deve prevalecer um esgotamento dessas reservas, principalmente com produções elevadas. Portanto, cafeeiros que recebem tratamentos culturais adequados e bem-enfolhados sintetizam quantidades de carboidratos suficientes para assegurar elevada carga de frutos e manutenção de bom aparato vegetativo.

Pelo que foi discutido até esse momento, verificou-se que o adensamento das plantas, na linha de plantio, interferiu negativamente na produção individual de frutos. O mesmo resultado pode ser observado ao se analisar sua influência sobre a arquitetura das plantas (Tabela 15). O menor espaçamento entre as plantas aumentou a altura das mesmas e da saia,

diminuindo o diâmetro da copa e do caule, refletindo um possível déficit de radiação, relativamente ao espaçamento tradicional.

Esses resultados indicam que a maior perda de “saia”, provocada no espaçamento mais adensado, foi compensada por uma maior altura de planta, daí a não diferença entre a produção, quando avaliada por área (Tabela 17). O que se observa, então, é que, diferentemente da análise da variação do espaçamento entre fileira, o estudo das alterações no espaçamento entre as plantas revelou que uma menor altura de saia, como observado nas plantas cultivadas entre fileiras mais distantes, foi vantajosa, haja vista a grande competição por radiação que foi estabelecida na porção das plantas que se encontrava entrelaçada. Os dados de produção por planta corroboram com essa observação. Entretanto, independentemente do espaçamento adotado entre as plantas, verifica-se que a altura da copa, com um tamanho médio de 2,20 m, não foi alterada. Como a produtividade das plantas foi mesma para todos os espaçamentos, conclui-se que uma copa variando entre 2,0 a 2,20 m parece ser a altura ideal, admitindo-se com isso uma perda de “saia” de até de 1,0 m.

4.5 Influencia da redução de espaçamento sobre o crescimento vegetativo das brotações

No presente ensaio, as plantas submetidas a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio e entre as plantas na linha de plantio foram recepadas em duas épocas, no mês de julho de 2002, logo após a colheita e em janeiro de 2003, seis meses após a colheita. A avaliação das características vegetativas, comprimento e diâmetro dos brotos, diâmetro das saias e número de ramos plagiotrópicos, foi efetuada em agosto de 2004, ou seja, dois anos após a primeira época e um ano e meio após a segunda época de poda. Essa opção foi em razão do interesse real do estudo estar relacionado às condições do

desenvolvimento vegetativo das plantas por ocasião da colheita e, principalmente, à conseqüente produção decorrente dessa colheita.

As várias partes de uma planta crescem em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano, devido à interação de fatores genéticos, nutricionais, hormonais e ambientais, e o cafeeiro não constitui exceção (Rena et al., 1994). O cafeeiro tem grande capacidade de se adaptar a modificações de ambiente (alterações no espaçamento), mediante modificações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas (Akunda et al., 1979)

O espaçamento entre as linhas de plantio não influenciou o desenvolvimento vegetativo em nenhuma das variáveis avaliadas, independentemente da época da poda (Tabela 18) .

Esse resultado já era esperado, uma vez que as plantas após a poda se encontravam ainda com porte reduzido e com diâmetro da copa inferior a 1,00 m e, portanto, em qualquer espaçamento entre as linhas, mesmo o de 2,00 m as plantas não se tocavam, para que ocorresse o auto-sombreamento. Felipe et al. (2003), em um ensaio onde se avaliou o crescimento de plantas recepadas em três diferentes espaçamentos de plantio, observaram que os mesmos não influenciaram a altura da planta, o diâmetro da base da copa e o diâmetro da base do broto, indicando que, independentemente do espaçamento utilizado, as plantas de café apresentaram os mesmos padrões de crescimento vegetativo.

Quando se analisou a interação entre a época de poda e os espaçamentos entre as linhas de plantios observaram-se os mesmos resultados, em que nenhuma característica de crescimento avaliado foi afetada pelo adensamento das linhas de plantio. (Tabela 19) Rena et al. (2003b) afirmaram que os efeitos da redução do espaçamento sobre os componentes vegetativos da planta acentuam-se com o passar do tempo e que esses são mais afetados pelo espaçamento entre as plantas do que pelo espaçamento entre as linhas de plantio.

TABELA 18. Comprimento e diâmetro dos brotos, diâmetro das saias e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio, independente da época de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	Comprimento do broto (m)	Diâmetro do broto (mm)	Diâmetro da copa (m)	Número de ramos
2,00	88,8 a	25,5 a	100,0 a	18,1 a
2,50	83,3 a	24,6 a	96,6 a	17,8 a
3,00	87,6 a	25,4 a	100,1 a	18,0 a
3,50	83,4 a	25,0 a	98,9 a	17,4 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 19. Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio e a diferentes épocas de poda. UFLA, Lavras -MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas (m)	Comprimento do broto (m)		Diâmetro do broto (mm)		Diâmetro da copa (m)		Número de ramos	
	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003
2,00	107,1 a	70,5 a	31,7 a	19,3 a	120,5 a	78,6 a	20,4 a	15,9 a
2,50	103,2 a	63,4 a	29,4 a	19,7 a	114,6 a	78,7 a	20,4 a	15,2 a
3,00	106,5 a	68,7 a	30,4 a	20,3 a	117,3 a	82,8 a	20,7 a	15,3 a
3,50	100,4 a	66,5 a	29,6 a	20,4 a	114,6 a	83,2 a	19,7 a	15,1 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Portanto, o fato de não se detectar diferenças nos componentes vegetativos em função da redução de espaçamento entre as linhas deve-se ao fato de as plantas terem sido avaliadas aos dois anos em relação à primeira época de poda e a um ano e meio em relação à segunda época de poda, épocas em que as plantas individualizadas, ainda não se tocavam. De acordo com Akunda

(1979), não era necessário se adaptar as variações do ambiente devido as alterações de espaçamento.

TABELA 20. Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio independente da época de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas (m)	Comprimento do broto (m)	Diâmetro do broto (mm)	Diâmetro da copa (m)	Número de ramos
0,50	83,0 b	24,7 a	101,8 a	18,4 a
0,75	83,7 b	24,8 a	98,8 a	17,8 b
1,00	90,6 a	25,8 a	96,1 a	17,3 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação à influência dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio, independentemente da época amostrada (Tabela 20), as variáveis diâmetro dos brotos e diâmetro das copas não foram afetadas. Nacif (1997), trabalhando com plantas não podadas observou influência dos espaçamentos entre as plantas sobre essas variáveis somente a partir dos 31 meses de idade, concordando com os resultados obtidos neste ensaio, no qual as avaliações procederam-se aos 19 e 25 meses após a recepa. O maior comprimento dos brotos ocorreu no espaçamento de 1,00 m, significativamente superior ao espaçamento de 0,75 e 0,50 m e esses, significativamente iguais.

Felipe et al. (2003) não observaram diferenças significativas nessa característica até os 24 meses após recepa e Rena et al. (2003b) demonstram que a altura dos cafeeiros não podados foi influenciada de forma linear negativa pelas aumento de espaçamento. Não havendo concordância de opinião quanto aos resultados, é possível que o maior crescimento em altura dos brotos no espaçamento de 1,00 m tenha sido devido aos maiores teores de carboidratos observados naquelas plantas que apresentaram maior produção. Este fato

observado no presente trabalho e citado por Livramento (2001) e Carvalho (1985). Também pode atribuir esse resultado ao fato de o caule remanescente do cafeeiro nos espaçamentos mais largos, possuírem maior diâmetro (Nacif, 1997) e, possivelmente, poderiam armazenar maior quantidade de fotoassimilados. O maior número de ramos plagiotrópicos primários foi observado no espaçamento de 0,50 m, significativamente superior ao espaçamento de 0,75 e 1,00 m, esses significativamente semelhantes entre si. Felipe et al. (2003) não encontraram diferenças nessa característica em função dos espaçamentos adotados para cafeeiros recepados. Nacif (1997), trabalhando com cafeeiros não podados afirmou que, em dezesseis avaliações, apenas houve influência de forma linear e negativa, no sentido contrário ao adensamento. Segundo o mesmo autor, o número de ramos plagiotrópicos primários não foi uma característica que sofreu influência representativa dos espaçamentos estudados até 56 meses após o plantio.

Quando foi analisada a interação entre a época de poda e os espaçamentos entre as plantas na linha de plantios foi encontrado outro comportamento. O comprimento, o diâmetro das copas e o número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros não foram afetados pelos espaçamentos nas diferentes épocas (Tabela 21).

O diâmetro da saia manteve o mesmo comportamento não sendo influenciado pelo adensamento em nenhuma das épocas de recepa, assim como observado na média. Já para o comprimento dos brotos e o número de ramos plagiotrópicos primários, quando foi realizado o desdobramento para o espaçamento entre as plantas dentro de cada época, nenhuma influência foi detectada com a prática do adensamento. O diâmetro do broto foi afetado pelos espaçamentos entre as plantas somente na primeira época de poda, apresentando como maior diâmetro aquele de 1,00 m entre as plantas, significativamente superior ao de 0,50 e 0,75 m, esses iguais entre si..

TABELA 21. Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas na linha de plantio e a diferentes épocas de poda. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas (m)	Comprimento do broto (m)		Diâmetro do broto (mm)		Diâmetro da copa (m)		Número de ramos	
	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003	Julho de 2002	Janeiro de 2003
0,50	108,1 a	63,5 a	29,1 b	20,4 a	120,8 a	82,8 a	21,1 a	15,8 a
0,75	103,8 a	65,1 a	29,7 b	19,8 a	117,0 a	80,6 a	20,4 a	15,2 a
1,00	101,0 a	73,2 a	32,0 a	19,6 a	112,4 a	79,8 a	19,5 a	15,1 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, significativamente entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Felipe et al. (2003) encontraram resultados semelhantes, já a partir de um ano após a recepa, quando os maiores espaçamentos entre as plantas apresentaram maiores diâmetros de brotos e Rena et al. (2003 a) citam que o diâmetro do caule de cafeeiros não podados foi uma característica que sofreu influência linear e negativa no sentido dos menores espaçamentos. Possivelmente, tal diferença não tenha se pronunciado nas plantas podadas em janeiro por não ser a melhor época para essa prática. Augusto et al. (2001) observaram interações entre seis cultivares e os espaçamentos adotados; portanto, características como essas devem ser observadas na escolha do espaçamento.

TABELA 22. Comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos de cafeeiros em função da época de poda. UFLA, Lavras -MG, 2004.

Época de poda	Comprimento do Broto (m)	Diâmetro do Broto (mm)	Diâmetro da copa (m)	Número de ramos
Julho de 2002	104,3 a	30,3 a	116,7 a	20,3 a
Janeiro de 2003	67,2 b	19,9 b	81,0 b	15,4 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem-se significativamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

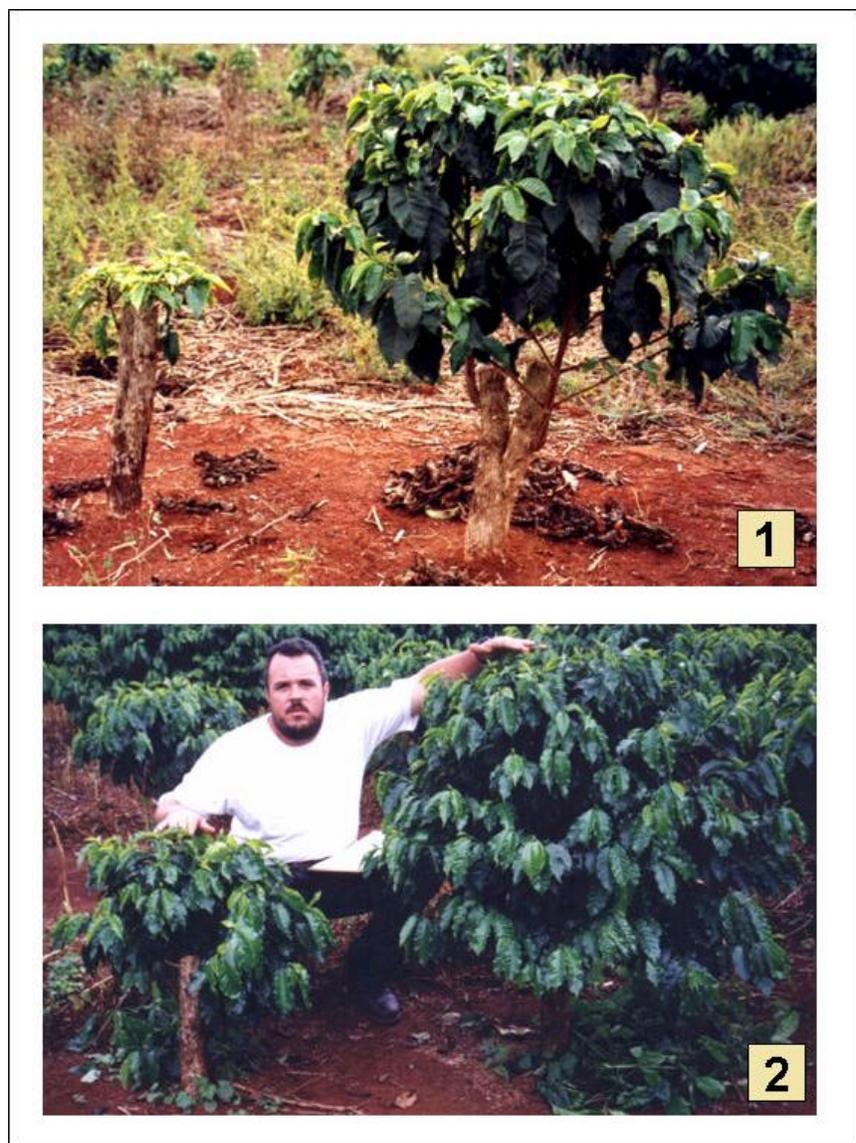


FIGURA 21. Cafeeiros submetidos à recepa total em épocas distintas: À direita, podado após a colheita (julho de 2002) e à esquerda, podado seis meses após (janeiro 2003). Foto 1 no mês de julho de 2003 e Foto 2 no mês de julho de 2004. Fazenda Experimental de Machado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Todos os componentes vegetativos avaliados foram afetados pela época de poda (Tabela 22). Os cafeeiros podados em julho de 2002 tiveram maior comprimento e diâmetro do broto, diâmetro da saia e número de ramos plagiotrópicos em relação àqueles podados em janeiro de 2003. Cunha (1997), comparando diferentes épocas de recepa, concluiu que, entre os meses de agosto, novembro e janeiro dever-se-ia optar por podar os cafeeiros no mês de novembro, pelo fato de que a poda na estação chuvosa propiciaria melhores condições de recuperação da planta. Guimarães & Mendes (1997) citam que a época mais apropriada para a poda em cafeeiros seria após a colheita, em agosto ou setembro. De acordo com Matiello et al. (2002), a época do ano indicada para a poda seria o período compreendido entre o término da colheita e o reinício das chuvas, normalmente em agosto-setembro. Livramento (2001) afirma que os efeitos da poda são mais positivos quando ela é realizada logo após a colheita e que estando o produtor impossibilitado de fazê-lo nessa época, seria recomendado que se fizessem todos os tratamentos culturais entre a colheita e a poda. Portanto, o presente trabalho confirma que os cafeeiros devem ser podados, independentemente dos espaçamentos adotados, logo após o término da colheita, para que, após dois anos, os cafeeiros já apresentem capacidade vegetativa de produção.

Os cafeeiros podados em julho de 2002 apresentaram, em agosto de 2004, produção significativa, ao contrário daqueles podados em janeiro de 2003, que, por ocasião da colheita não chegaram a produzir. Em *Coffea arabica*, as inflorescências são formadas nas axilas das folhas opostas dos ramos laterais (plagiotrópicos) crescidos na estação anterior, sendo que esses nós produzem flores apenas uma vez (Dean, 1939, citado por Rena & Maestri, 1984) Esse fato faz com que o crescimento de ramos seja uma das características a serem usadas para se fazer previsões de safra do ano seguinte, ou seja, quanto maior o

crescimento dos ramos plagiotrópicos, maior será o potencial produtivo do ano seguinte, pela presença de maior número de nós e, conseqüentemente, maior número de inflorescências.

Os cafeeiros submetidos à poda tardia não produziram por não possuírem ainda, durante as fases fenológicas, principalmente durante a iniciação floral do ano de 2004, ramos maduros para que ocorressem a iniciação floral e as conseqüentes fases fenológicas da reprodução dos cafeeiros. Esse fato foi observado por Cunha (1997) em menor magnitude, em que os cafeeiros podados em agosto produziram 4,76 sacas por hectare e aqueles podados em janeiro produziram apenas 0,83 sacas por hectare, ou seja, 83 % menos que os cafeeiros podados logo após a colheita. Dessa maneira, optou-se por proceder as análises relativas à produção dos cafeeiros somente para aqueles podados no mês de julho de 2002.

A primeira produção após a intervenção da recepa apresentou-se influenciada pelos espaçamentos entre as linhas de plantio, tanto por planta quanto em sacas por hectare.

TABELA 23. Produção em gramas por planta e produtividade em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as linhas de plantio – cafeeiros podados em julho de 2002 e colheita em agosto de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as linhas	Gramas / Planta	Sacas / ha
2,00	244 b	28 a
2,50	279 b	26 a
3,00	301 b	26 a
3,50	360 a	20 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem-se significativamente entre sí pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os espaçamentos menores: 2,00; 2,50 e 3,00 m, significativamente iguais, tiveram produção individual por planta inferior ao de 3,50 m, porém,

apresentaram produção por hectare maior. Felipe et al. (2003) encontraram, em cafeeiros podados, menor produção individual de cada planta para aqueles mais adensados e Nacif (1997), trabalhando com cafeeiros sem poda, obteve, na primeira colheita, um acréscimo de 23% na produção por planta quando adotou o espaçamento de 3,00 m, em vez do 1,50 m entre as linhas de plantio, semelhante aos 32 % obtidos no presente ensaio quando se comparou o espaçamento de 3,50 m com o de 2,00m. A menor produção por hectare deve-se ao fato de que, nesse espaçamento largo, se obtém sensível diminuição do número de plantas por hectare, o que de acordo com Mendes et al. (1994); Guimarães et al. (1994); Nacif (1997), Rocha et al. (2000) é responsável pelo incremento produtivo por unidade de área.

As produções por planta e por hectare foram também influenciadas pelos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio. Os espaçamentos de 0,75 e 1,00 m, significativamente iguais, foram responsáveis pelas maiores produções individuais, quando comparados ao espaçamento de 0,50 m .

TABELA 24. Produção em gramas por planta e produtividade em sacas por hectare de café beneficiado, em função dos espaçamentos entre as plantas na linha de plantio – cafeeiros podados em julho de 2002 e colheita em agosto de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Espaçamento entre as plantas	Gramas / Planta	Sacas / ha.
0,50	211 b	27 a
0,75	325 a	26 a
1,00	334 a	20 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Nacif (1997) apresentou resultados que demonstram, logo na primeira safra após o plantio, um acréscimo produtivo da ordem de 60,49% para o espaçamento de 1,50m, comparando-o com o de 0,50 m entre as plantas na

linha. O presente trabalho apresenta um acréscimo produtivo individual de 36,52% para o espaçamento de 1,00 m, comparando-o com o de 0,50 m entre as plantas na linha. Camargo et al. (1983) ainda ressaltam que o adensamento é responsável pela menor produção por planta, porém, com maior produtividade por hectare.

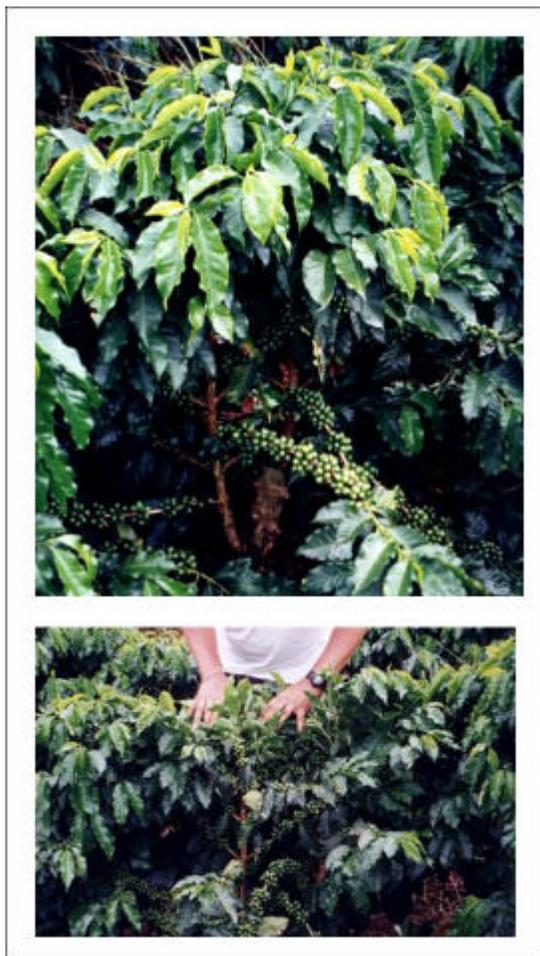


FIGURA 22. Cafeeiros podados em julho de 2002 apresentando, dois anos após a recepa, em julho de 2004, uma produção extremamente significativa. Fazenda Experimental de Machado. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Essa maior produtividade por hectare foi também observada no presente trabalho, em que os espaçamentos de 0,50 e 0,75 m, significativamente iguais, tiveram produção superior ao de 1,00 m entre as plantas, mesmo esse tendo obtido a maior produção por planta. Felipe et al. (2003) encontraram produtividade superior na primeira colheita de cafeeiros podados naqueles plantados a 0,60 m de distância entre as plantas, quando comparado com o de 1,20m. Nacif (1997) não encontrou diferença na primeira produtividade entre os espaçamentos de 0,50 e 1,00 m na primeira colheita, porém, observou um acréscimo de 14,1 % entre os espaçamentos de 0,50 e 1,50 m. Portanto, por meio desses trabalhos é permitida a inferência de que a vantagem produtiva do adensamento já se pronuncia logo na primeira safra após a recepa.

5 CONCLUSÕES

A redução de espaçamentos entre as linhas de plantio promove produtividades superiores ao longo dos anos e na média dos anos avaliados. Já a redução de espaçamentos entre as plantas na linha de plantio apesar de promover produtividades superiores na média dos anos avaliados, só apresenta tal vantagem nos primeiros anos de produção.

As maiores produções individuais foram obtidas pelos cafeeiros submetidos aos espaçamentos mais distantes entre as plantas na linha de plantio e o espaçamento entre as linhas de plantio não influenciou essa produção.

Destaca-se ainda, como fator preponderante para boa produtividade, o arranjo da disposição das plantas na área, combinando os espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio.

A bienalidade de produção é uma característica intrínseca da fisiologia do cafeeiro, ocorrendo tanto nos espaçamentos mais distanciados quanto nos de mais reduzidos, nestes últimos de forma mais acentuada.

Demonstrou-se que as características ligadas ao crescimento vegetativo estiveram altamente correlacionadas aos espaçamentos adotados e que a “perda de saia” não é um bom parâmetro para se inferir a respeito da melhor época para a adoção da poda.

Os teores de carboidrato não apresentaram ligação com o excesso de carga dos cafeeiros uma vez que as plantas que mais produziram foram as que apresentaram maiores teores. O crescimento dos componentes vegetativos das brotações não foram influenciados pelos espaçamentos adotados e seus respectivos teores de carboidratos. Todos os componentes vegetativos foram influenciados positivamente pela adoção da poda precoce, assim como a produtividade da primeira colheita após a poda, que se apresentou também influenciada positivamente pela adoção dos espaçamentos mais adensados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKUNDA, E. M. W.; IMBAMBA, S. K.; KUMAR, D. High density plantings of coffee. I. microclimatic and related changes. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Naiobi, v. 45, n. 2, p. 130-132, Oct. 1979.

AMARAL, J. A. T. **Crescimento vegetativo e estado nutricional do cafeeiro e suas interações com fontes de nitrogênio, fotoperíodo, fotossíntese e assimilação do nitrogênio**. 1991. 139 p. Tese (Doutorado em) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDROCIOLI FILHO, A. **Café adensado: espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura**. IAPAR, 2002. 30 p. (IAPAR. Circular, 121)

ANDROCIOLI FILHO, A.; CARAMORI, P. H.; CARNEIRO FILHO, F. Influência da forma de disposição das plantas na área sobre a produtividade em lavouras de café adensado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: CBP&D-Café, 2001. p. 1802-1806.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the association of official analytical chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 684 p.

AUGUSTO, H. S.; MARTINEZ, H. E. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A. Crescimento vegetativo do cafeeiro em espaçamentos adensados e suas correlações com a produtividade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: CBP&D-Café, 2001. p. 1688-1996.

BARROS, I. **Produção das variedades Caturra e Mundo Novo de Café em função dos espaçamento, número de plantas por cova e condução das plantas**. 1997. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R. Espaçamentos super adensado, adensado e largo em renque para o cafeeiro nas condições de solo LVH na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1998. p. 65-67.

BARTHOLO, G. F. **Desenvolvimento fenológico e produtividade de cultivares de *Coffea Arabica L.* , sob parcelamentos de adubação.** 2001. 56 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARTHOLO, G. F.; MELO, B.; MENDES, A. N. G. Evolução na adoção de espaçamentos na cultura do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 61-70, 1998.

CAMARGO, A. P.; ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B. Ensaio de espaçamentos progressivos de café em Varginha -MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p. 246-249

CAMARGO, R. de; TELLES JÚNIOR, A. de Q. **O café no Brasil:** sua aclimação e industrialização. Rio de Janeiro: Serviço de informação agrícola, 1953. v. 1. (SAI. Estudos Brasileiros, 4)

CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Kenia Coffee**, Nairóbi, v. 41, n. 484, p. 245-253, 1976.

CARVALHO C. H. S. **Relação entre a seca de ramos e produção, teor de minerais, teor de amido e morte de raízes da progênie de Catimor UFV – 13359 (*Coffea arábica L.*).** 1985. 43 p. Tese (Doutorado em . . .) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, C. A. C.; MELO FILHO, J. F. Estudo do adensamento de plantio do cafeeiro (*Coffea arábica L.*) no planalto de Conquista – BA. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café, 2000. p. 1001-1003.

CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, C. A. C.; MELO FILHO, J. F.; MOREIRA, M. A. Estudo do adensamento de plantio do cafeeiro (*coffea arabica*) no planalto de conquista. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Brasília. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café, 2003. p. 296

COOIL, J. B. **La composicion de la hoja en relacion al crecimiento y al rendimiento del cafeto en Kona.** San José: Costa Rica, 1960. 24 p.

CUNHA, R. L. **Efeito da época, altura da poda e adulação foliar na recuperação da cafeeiros depauperados.** 1997. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FELIPE, C. R. P.; OLIVEIRA, C. A.; CAMARANO, L. F. Crescimento e produtividade de plantas recepadas de café cultivadas em três espaçamentos de plantio. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Brasília. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café, 2003. p. 284

FERNANDES, D. R.; Manejo do cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 275-302.

FRAGA JR, C. G.; CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos em cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 17, p. 177-199, ago. 1956.

FREITAS, R. B. **Adubação do cafeeiro com nitrato de potássio via solo e folha no outono – inverno e primavera – verão**. 2004. 66 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GARCIA, A. W.; FERREIRA . R. A. Sistemas de poda e condução para lavoura de café adulta em recuperação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1996. p. 21-23.

GRANER, E. A.; GODOY JÚNIOR, C. Histórico da cafeicultura. In: MANUAL DO CAFEICULTOR. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1967. p. 8-16.

GUIMARÃES, P. T. G.; NACIF, A. P.; BARTHOLO, G. F. Produtividade de cafeeiros adensados nas condições do cerrado de Patrocínio –MG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 302-303

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Manejo da lavoura cafeeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 49 p. (Curso de especialização em cafeicultura empresarial)

LAZZARINI, V.; MENDES, J. E. T.; SOBRINHO, J. A.; MORAES, H. de. et al. Ensaio de espaçamento e fertilidade. In: LAZZARINI, V.; MORAES, F. R. P.; MORAES, M. V.; TOLEDO, S. V. de; FIGUEIREDO, J. I. (Ed.). **Experimentação cafeeira – 1929-1963**. Campinas: IAC, 1967a. p. 77-80. LAZZARINI, V.; MORAES, F. R. P.; MORAES, M. V.; TOLEDO, S. V. de; FIGUEIREDO, J. I. (Ed.). **Experimentação cafeeira – 1929-1963**. Campinas: IAC, 1967b. 292 p.

LIVRAMENTO, D. E. **Influencia da produção nos teores de carboidratos e na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica L.*), após recepa ou pulverizados com solução de sacarose.** 2001. 41p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LIVRAMENTO, D. E.; ALVES, J. D.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MAGALHÃES, M. M.; FRIES, D. D.; PEREIRA, T. A. Efeito da pulverização com solução de sacarose nos níveis de carboidratos e produtividades de cafeeiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS GERAIS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora da Universidade Federais de Lavras, 2002. v. 3, p. 107-111.

LIVRAMENTO, D. E.; ALVES, J. D.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MAGALHÃES, M. M.; FRIES, D. D.; PEREIRA, T. A. Influência da produção nos teores de carboidratos e na recuperação de cafeeiros após a poda. **Revista CERES**, Viçosa, 2003.

MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Coffee. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, F. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops.** New York: Academic press, 1977. p. 249-278.

MATIELLO, J. B. **Sistemas de produção na cafeicultura moderna.** Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 99 p.

MATIELLO, J. B.; ABREU, R. G.; ANDRADE, I. P. R. Podas. In: _____. **Cultura de café no Brasil:** manual de recomendações. Rio de Janeiro: IBC, 1974. p. 128-132.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Podas. In: _____. **Cultura de café no Brasil:** novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/ PROCAFÉ, 2002. p. 256-274.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELLES, C. C. A.; BARTHOLO, G. F. Estudo do espaçamento entre e dentro de fileiras para as cultivares Catuaí e Mundo Novo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 300-301.

MENDES, J. E. T.; SOBRINHO, J. A.; MORAES, H. de et. al. Ensaio de espaçamentos e número de pés por cova. In: LAZZARINI, V.; MORAES, F. R.

- P.; MORAES, M. V.; TOLEDO, S. V. de; FIGUEIREDO, J. I. (Ed.). **Experimentação cafeeira – 1929-1963**. Campinas: IAC, 1967a. p. 64-71.
- MENDES, J. E. T.; SOBRINHO, J. A.; SOUZA, A. J. et. al. Ensaio de espaçamentos e número de pés por cova, com a variedade Típica. In: LAZZARINI, V.; MORAES, F. R. P.; MORAES, M. V.; TOLEDO, S. V. de; FIGUEIREDO, J. I. (Ed.). **Experimentação cafeeira – 1929-1963**. Campinas: IAC, 1967b. p. 62-64.
- MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do Cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 303-322.
- MORAES, F. R. P. Práticas de cultivo. In: GRANER, E. A.; GODOY JÚNIOR, C. (Ed.). **Manual do cafeicultor**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 1967. p. 105-125.
- NACIF, A. P. de. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv Catuaí sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes, no cerrado de Patrocínio – MG**. 1997. 124 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.
- NJOROGE, J. M.; WAITHAKA, K.; CHWEYA, J. A. The influence of tree training and plant density of yields on growth, yield components and yield of Arabica coffee cv. Ruiru aa. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 67, n. 5, p. 695-702, Sept. 1992
- PATEL, R. Z. A note seasonal variationi starch content of different parts of arabica coffee trees. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, v. 36, n. 1, p. 1-4, Jan. 1970.
- RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Causas abióticas da seca de ramos e morte de raízes em café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção Integrada de Café**. Viçosa: UFV, DFP, 2003a. p. 197-222.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1984. p. 13-85.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Fenologia, produtividade e análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) *Produção Integrada de Café*, Viçosa: UFV, DFP, 2003b. p. 133-196

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., Londrina- PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 71-85.

RENA, A. B.; PEREIRA, A. A.; BARTHOLO, G. F. Teor foliar de minerais, conteúdo caulinar de amido e o depauperamento de algumas progênies de café resistentes a ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983. p. 287-289.

RIVERA, R. Densidad de plantacion y aprovechamiento del fertilizante nitrogenado en el cultivo del cafeto, variedad Caturra, sobre suelos ferralíticos rojos compactados. **Cultivos Tropicales**, v. 12, n. 3, p. 5-8, 1991.

ROCHA, A. C.; CEOTTO, O. L.; PREZOTTI, L. C. Diversos espaçamentos para o plantio de café Catuaí na região serrana do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília: CBP&D-Café, 2000. p. 1001-1003.

SANTINATO, R.; SERTÓRIO, R.; FERNANDES, A. L. T. et al. Espaçamentos hiper, super, adensado e largo na rua de plantio para cafeeiros variedade Mundo Novo 379-19. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., Franca, 1999. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1999a. p. 283-284.

SANTINATO, R.; SOROAGGI, R.; CORREIA, J. P.; FERNANDES, A. L. T. Espaçamentos na rua e na linha, para o cultivar Icatu, cultivado em solo de cerrado com mecanização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., Franca, 1999. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1999b. p. 280-281.

SCARANARI, H. J. Instalação do cafezal. In: GRANER, E. A.; GODOY JÚNIOR, C. (Ed.). **Manual do cafeicultor**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1967. p. 105-125.

STEVENS, W. L. Análises estatísticas do ensaio de variedades de café. **Bragantia**, Campinas, v. 9, n. 5/8, p. 103-123, maio/ago. 1949.

TAUNAY, A. de E. **Pequena História do café no Brasil (1727-1937)**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1945. 558 p.

THOMAZIELLO, E. A.; OLIVEIRA, E. G.; TOLEDO FILHO, J. A.; COSTA, T. E. **Cultura do café**. Campinas: CATI, 1998. 57 p. (CATI. Boletim técnico, 193).

TOLEDO, A. R.; MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B. Estudo da redução do espaçamento entre ruas e entre as plantas na linha, no cultivar Catuaí: resultado de 4 colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos....** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1990a. p. 120-121.

TOLEDO, A. R.; MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B. Estudo de diversos espaçamentos no plantio do cafeeiro Mundo Novo LCP 379-19: resultado de 7 colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1990b. p. 118-119

VALLONE, H. S.; OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, R. J.; BARBOSA, C. M. Efeito de podas realizadas em diferentes épocas em lavouras cafeeiras adensadas. In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 8., 2002, Local. **Anais....** Local, 2002. p. 118-123.

VIANA, A. S.; CAMARGO, A. P.; FREIRE, D. Efeito do espaçamento progressivo por cova e por área. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p. 171-173.

ANEXOS

7 – LISTA DE ANEXOS

TABELA 1A	Resumo da análise de variância para a produção em sacas de café beneficiado por hectare em função dos espaçamentos entre as ruas e entre as plantas na rua de plantio, entre os anos de 1994 e 2002.....	97
TABELA 2A	Resumo da análise de variância para a produção em gramas por planta de café beneficiado por hectare, em função dos espaçamentos entre as ruas e entre as plantas na rua de plantio, entre os anos de 1994 e 2002.....	98
TABELA 3A	Resumo da análise de variância para produção de café em sacas/ha em função dos espaçamentos entre ruas e entre as plantas na rua de plantio divididas em biênios	99
TABELA 4A	Resumo da análise de variância para a produção de café gramas por planta, em função dos espaçamentos entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, divididas em biênios.....	100
TABELA 5A	Resumo da análise de variância e da regressão para a produção em sacas por hectare e gramas por planta, em função do espaçamento entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, a média de nove colheitas (1994-2002).....	101
TABELA 6A	Resumo da análise de variância para a produção em sacas por hectare e gramas por planta, em função da combinação entre o espaçamento entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, média de nove colheitas (1994-2002).....	102
TABELA 7A	Resumo da análise de variância para bienalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e as plantas na rua de plantio.....	102

TABELA 8A	Resumo da análise de variância para bienalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado, entre os anos de 1995 a 2002, em função da combinação dos espaçamentos entre as ruas de plantio e das plantas na rua de plantio.....	103
TABELA 9A	Resumo da análise de variância para as medidas dos parâmetros avaliados ligados à arquitetura das plantas em agosto de 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio.	103
TABELA 10A	Resumo da análise de variância para teores de açúcares solúveis totais e de amido em duas épocas de amostragem, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e entre as plantas na rua de plantio.	104
TABELA 11A	Resumo da análise de variância para as medidas dos parâmetros avaliados ligados à arquitetura das plantas após a recepa em duas épocas, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio.....	105
TABELA 12A	Resumo da análise de variância para a produção de café beneficiado no ano de 2004, em gramas por plantas e em sacas por hectare após recepa no mês de julho de 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e entre as plantas na rua de plantio.	105

TABELA 1A Resumo da análise de variância para a produção em sacas de café beneficiado por hectare em função dos espaçamentos entre as ruas e entre as plantas na rua de plantio, entre os anos de 1994 e 2002.

F.V	G.L	QM's								
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Entre as linhas	3	569,6**	1480,1**	5200,6**	168,7**	846,5**	84,9	2409,2**	18,1	1346,2**
Entre as plantas	2	690,0**	980,0**	1705,8**	70,7	194,4*	15,7	465,8	53,7	252,0
(L x P)	6	115,4	104,4	186,6	26,8	86,6	69,8	120,6	14,5	76,4
Bloco	2	78,2	38,5	210,0	35,1	117,3	47,2	351,3	56,6	50,0
Erro	22	70,6	155,7	177,3	29,8	35,3	61,4	308,1	21,2	176,1
Total	35									
CV (%)		26,54	35,74	17,78	27,92	12,44	48,26	18,42	57,21	18,58

* significativo a 5% de probabilidade

** significativo a 1% de probabilidade

TABELA 2A Resumo da análise de variância para a produção em gramas por planta de café beneficiado por hectare, em função dos espaçamentos entre as ruas e entre as plantas na rua de plantio, entre os anos de 1994 e 2002.

F.V	G.L	QM's								
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Entre as linhas	3	6275,7	17789,2	799615*	1072,2	4726,5	17735,8	93307,1	8589,2	55843,6
Entre as plantas	2	60008,8**	19922,8	314391,0**	35118,8**	259090,3**	59151,3**	124753,8**	50963,6**	755967,8**
(L x P)	6	21516,1	10119,1	46770,2	3431,0	11803,8	11696,1	21940,7	5086,1	13326,4
Bloco	2	14972,0	940,3	15128,5	5380,3	18177,7	11678,6	21487,8	14597,1	25092,8
Erro	22	8392,6	20489,5	26847,6	4877,2	7123,7	10371,4	39903,6	6431,2	25566,8
Total	35									
CV (%)		22,55	37,44	19,41	30,69	15,08	51,10	17,61	76,70	18,82

* significativo a 5% de probabilidade

** significativo a 1% de probabilidade

TABELA 3A Resumo da análise de variância para produção de café em sacas/ha em função dos espaçamentos entre ruas e entre as plantas na rua de plantio divididas em biênios

FV	GL	QM's			
		Biênio 94/95	Biênio 96/97	Biênio 98/99	Biênio 00/01
Entre as linhas	3	967,1**	1810,1**	274,9**	627,3**
Entre as plantas	2	804,8**	574,9**	26,9	56,0
(L x P)	6	126,0	34,22	26,6	28,2
Bloco	2	32,3	63,95	13,5	167,6
Resíduo	22	49,09	44,18	19,3	77,6
Total	35				
CV		21,07 %	14,07 %	13,75 %	17,04 %

* significativo a 5% de probabilidade

TABELA 4A Resumo da análise de variância para a produção de café gramas por planta, em função dos espaçamentos entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, divididas em biênios

FV	GL	QM's			
		Biênio 94/95	Biênio 96/97	Biênio 98/99	Biênio 00/01
Entre as linhas	3	4413,1	17742,8	10226,1*	32953,8*
Entre as plantas	2	37158,0*	133692,1**	137960,3**	435424,1**
(L x P)	6	7741,6	7847,2	6144,4	5540,8
Bloco	2	5101,7	8208,2	1771,7	14022,6
Resíduo	22	7184,5	6524,7	2996,7	8544,4
Total	35				
CV		22,88	15,07	14,23	14,93

*significativo a 5% de probabilidade

TABELA 5A Resumo da análise de variância e da regressão para a produção em sacas por hectare e gramas por planta, em função do espaçamento entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, a média de nove colheitas (1994-2002)

F.V	G.L	QM'S	
		PRODUÇÃO POR HECTARE (Sacas / ha)	PRODUÇÃO POR PLANTA (g / planta)
ENTRE AS LINHAS	3	841,3**	5032,7
EQ. LINEAR	1	2501,3**	---
EQ. QUADRÁTICA	1	0,6	---
EQ. CÚBICA	1	22,0	---
ENTRE AS PLANTAS	2	244,3**	192561,4**
EQ. LINEAR	1	416,6**	359660,1**
EQ. QUADRÁTICA	1	72,0	25462,7**
(L X P)	6	15,0	1873,0
BLOCO	2	14,5	903,8
ERRO	22	30,5	3245,7
TOTAL	35		
C.V = (%)		12,34	11,00

TABELA 6A Resumo da análise de variância para a produção em sacas por hectare e gramas por planta, em função da combinação entre o espaçamento entre ruas e entre as plantas na rua de plantio, média de nove colheitas (1994-2002)

F.V	G.L	QM's	
		PRODUÇÃO POR HECTARE (Sacas / ha)	PRODUÇÃO POR PLANTA (g / planta)
Espaçamento	11	282,0**	37405,3**
Bloco	2	14,5	903,8
Erro	22	30,0	3245,7
Total	35		
CV (%)		12,34	11,00

TABELA 7A Resumo da análise de variância para bionalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado entre os anos de 1995 a 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e as plantas na rua de plantio.

F.V	G.L	QM's	
		PRODUÇÃO POR HECTARE (Sacas / ha)	PRODUÇÃO POR PLANTA (g / planta)
Entre as linhas	3	20223,5	1098,1 **
Entre as plantas	2	334362,3 **	354,3 **
(L x P)	6	8895,4	68,5
Bloco	3	6784,0	25,7
Erro	22	15336,4	89,5
Total	35		
C.V (%)		20,02	17,97

TABELA 8A Resumo da análise de variância para bienalidade ou magnitude da oscilação na produção de café beneficiado, entre os anos de 1995 a 2002, em função da combinação dos espaçamentos entre as ruas de plantio e das plantas na rua de plantio.

F.V	G.L	QM's	
		Produtividade (sc/ha)	Produção (g / planta)
Espaçamento	11	71160,6**	401,3**
Bloco	2	6784,0	25,7
Erro	22	15336,4	89,5
Total	35		
C.V (%)		20,02	17,97

TABELA 9A Resumo da análise de variância para as medidas dos parâmetros avaliados ligados à arquitetura das plantas em agosto de 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio.

F.V	G.L	QM's			
		Altura da planta	Altura da saia	Diâmetro da copa	Diâmetro do caule
ENTRE AS LINHAS	3	0,7444 *	0,7648**	0,0957**	10,3681
EQ.	1	0,1754**	2,1604**	0,1940**	---
LINEAR					
EQ.	1	0,0277	0,0821	0,0890*	---
QUADR.					
EQ.	1	0,0209	0,0520	0,0042	---
CÚBICA					
ENTRE AS PLANTAS	2	0,2214**	0,4125**	0,0892*	354,3288**
EQ.	1	0,4293**	0,7107**	0,1107*	694,6656**
LINEAR					
EQ.	1	0,0136	0,1144	0,0678*	13,9920
QUADR.					
(L X P)	6	0,0053	0,0388	0,0335	32,7059
BLOCO	2	0,0102	0,0524	0,0047	7,4759
ERRO	22	0,0179	0,6503	0,0165	20,8548
TOTAL	35				
C.V = (%)		4,44	31,21	7,50	6,19

TABELA 10A Resumo da análise de variância para teores de açúcares solúveis totais e de amido em duas épocas de amostragem, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e entre as plantas na rua de plantio.

F.V	G.L	QM's	
		Açúcar (%)	Amido (%)
Entre as linhas	3	0,0232	0,7457
Entre as plantas	2	0,7505**	16,8183**
(L x P)	6	0,0318	2,1105**
Bloco	2	0,0324	0,3767
Erro1	22	0,0125	0,3767
Época	1	2,3184**	907,2380**
Época x Rua	3	0,0964	1,4537
Época x Planta	2	0,2741**	2,1242**
Época x Rua x Planta	6	0,0569	0,8992
Erro 2	24	0,0126	0,3440
Total	71		
C.V 1 (%)		7,46	5,00
C.V 2 (%)		7,49	4,84

TABELA 11A Resumo da análise de variância para as medidas dos parâmetros avaliados ligados à arquitetura das plantas após a recepa em duas épocas, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio.

F.V	G.L	QM's			
		Comprimento do broto	Diâmetro do broto	Diâmetro da saia	Número de ramos
Entre as linhas	3	125,71	3,42	47,38	1,86
Entre as plantas	2	426,02**	9,28	196,60	7,37**
(L x P)	6	31,93	4,31	41,00	0,43
Bloco	2	186,59*	12,44*	94,71	2,04
Erro 1	22	43,52	3,48	83,85	1,22
Época	1	24679,01**	1926,13**	22922,97**	440,55**
Época x Ruas	3	27,93	6,02	69,26	0,91
Época x Plantas	2	50,22	20,68**	45,09	1,35
Época x Ruas x Plantas	6	50,71	3,43	21,67	1,02
Erro 2	24	60,10	2,28	76,19	0,73
Total	71				
C.V 1 (%) =		7,69	7,42	9,26	6,18
C.V 2 (%) =		9,03	6,01	8,82	4,80

TABELA 12A Resumo da análise de variância para a produção de café beneficiado no ano de 2004, em gramas por plantas e em sacas por hectare após recepa no mês de julho de 2002, em função dos espaçamentos entre as ruas de plantio e entre as plantas na rua de plantio.

F.V	G.L	QM's	
		Gramas/Planta	Sacas/ha
Entre as linhas	3	21803,0**	216,1**
Entre as plantas	2	56474,5**	161,1*
(L x P)	6	6656,6	54,4
Bloco	2	2727,8	19,5
Erro	22	5140,4	35,5
Total	35		
C.V (%)		13,67	14,85