

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-Graduação em Agronomia

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFEIRO
SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

EDISON MARTINS PAULO
Engenheiro Agrônomo

Ilha Solteira - SP

1210001309



unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFEEIRO
SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

EDISON MARTINS PAULO

Engenheiro Agrônomo

Proc. 071/2002 - NAD 070/02

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCN. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
<i>19.09.02</i>	<i>30.09.02</i>
REGISTRADO POR	TOMBO
<i>Ailza</i>	<i>Te. 1309</i>
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Doação Auto R\$ 10,00</i>	<i>P331c</i>

1210001309



Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração: Sistemas de Produção

ILHA SOLTEIRA – SP

Maio – 2002

Arg 168957



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFEEIRO
SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

EDISON MARTINS PAULO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Enes Furlani Jr.

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia da UNESP, Campus de Ilha
Solteira, para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia – Área de Concentração:
Sistemas de Produção

ILHA SOLTEIRA – SP

Maio -2002

BCpIS - FEIS - UNESP



“Comportamento de Cultivares de Cafeeiro Submetidos a Diferentes Densidades de Plantio”

EDISON MARTINS PAULO

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS
DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA**

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Enes Furlani Júnior - (Orientador)


Prof. Dr. Leandro Borges Lemos


Dr. Luiz Carlos Fazuoli

**Ilha Solteira/SP
maio de 2002**

BCpIS - FEIS - UNESP



Aos meus pais

Irene e Alfredo (in memorian),

DEDICO

*Aos queridos filhos, Guilherme e Bruna,
luzes do meu caminho, e a dileta esposa
Edna, companheira de todas as horas, pelo
permanente apoio e compreensão,*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Ao Instituto Agronômico pela liberação concedida para a realização do treinamento.
- Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Ilha Solteira pela oportunidade de realização do curso.
- Ao professor Dr. Enes Furlani Jr. pela orientação oferecida e atenção e companheirismo dedicado.
- Aos professor Dr. Ângelo Catâneo, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Botucatu – FCA, pela valiosa orientação nas análises estatísticas do trabalho e estímulo para a realização do curso.
- Ao pesquisador científico Dr. Luiz Carlos Fazuoli e Engenheiro Agrônomo Roberto Antônio Thomaziello, do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café “Alcides Carvalho”/ IAC/APTA/SAA, pelo apoio e orientação à realização do experimento.
- Ao Dr. Inácio de Barros, pesquisador do CIRAD – França, pelas sugestões experimentais.
- Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP & D – Café) pelo financiamento parcial da pesquisa.
- Aos funcionários do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Paulista/DDD/APTA/SAA pela ampla colaboração nos trabalhos de campo.
- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos e amizade dedicada.



- Aos funcionários do Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FE – UNESP – Campus de Ilha Solteira, pela irrestrita colaboração nas atividades de pesquisa bibliográfica.
- Ao colega de curso Engenheiro Agrônomo Maurício Konrad pela sincera amizade, estímulo e cooperação durante o curso.
- Ao Engenheiro Agrônomo José Carlos Cavichioli e ao pesquisador científico Francisco Seiiti Kasai pelo apoio e condução dos trabalhos institucionais sob nossa coordenação.
- Aos colegas do curso pela amizade e momentos de alegre convívio.
- A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do trabalho, o meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

	Pg
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO	xiv
SUMMARY.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Cultivares e produtividade de cafeeiros.....	4
2.2. Cultivares de cafeeiros e adensamento.....	7
2.2.1. Cultivares de porte baixo.....	7
2.2.2. Cultivares de porte alto.....	8
2.3. População de cafeeiros.....	10
2.3.1. Cultivares de porte baixo.....	10
2.3.2. Cultivares de porte alto.....	12
2.2.3. Arranjo de plantas.....	14
2.2.4. Populações maiores que 10000 plantas por hectare.....	14
2.2.5. Populações menores que 10000 plantas por hectare.....	16
2.2.5.1. Cultivares de porte baixo.....	16
2.2.5.2. Cultivares de porte alto.....	18
2.3. Podas.....	20
2.4. Fatores interferentes no crescimento do cafeeiro.....	22
2.4.1. Genéticos.....	22



2.4.2. Ambientais.....	22
2.4.3. População de plantas.....	23
2.4.3.1. Altura das plantas.....	23
2.4.3.2. Diâmetro do caule.....	25
2.4.3.3. Diâmetro da copa.....	25
2.4.3.4. Número de ramos.....	26
2.4.3.5. Área foliar.....	26
2.5. Ajuste do espaçamento.....	28
2.6. Fisiologia do cafeeiro adensado.....	28
2.6.1. Componentes da produção.....	29
2.6.2. Ação da luz.....	29
2.6.3. Ação da água.....	32
2.8. Influência da densidade de plantio nas condições do solo e no uso de fertilizantes.....	37
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1. Local, clima e solo.....	39
3.2. Período de execução.....	40
3.3. Cultivares estudadas.....	40
3.3.1. Características das cultivares utilizadas no trabalho.....	40
3.3.1.1. Catuai Amarelo (IAC 47).....	40
3.3.1.2. Obatã (IAC 1669-20).....	41
3.3.1.3. Acaiá (IAC 474-19).....	41
3.3.1.4. Icatu Amarelo (IAC 2944).....	42



3.4. Delineamento experimental e dimensão das parcelas.....	43
3.5. Preparo das mudas.....	44
3.6. Preparo do solo.....	44
3.7. Plantio.....	44
3.8. Adubações.....	45
3.9. Controle fitossanitário.....	45
3.10. Variáveis avaliadas.....	45
3.10.1. Produtividade e produção por planta.....	46
3.10.2. Altura das plantas.....	46
3.10.3. Altura da inserção do primeiro ramo.....	46
3.10.4. Diâmetro da base da copa.....	47
3.10.5. Diâmetro do caule.....	47
3.11. Análises estatísticas.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1. Altura das plantas.....	49
4.2. Altura da inserção dos primeiros ramos.....	57
4.3. Diâmetro da base da copa.....	63
4.4. Diâmetro do caule.....	71
4.5. Produção de café beneficiado por planta.....	75
4.6. Produtividade de café beneficiado.....	85
5. CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
APÊNDICES.....	132



LISTA DE FIGURAS

	página
1 Altura da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	55
2 Altura da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	55
3 Altura da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	56
4 Altura da cultivar Obatã submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	56
5 Altura da inserção do primeiro ramo vivo em cultivares de cafeeiro com seis anos de idade submetidas a diferentes populações de plantio.....	62
6 Diâmetro da base da copa da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	67
7 Diâmetro da base da copa da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	67
8 Diâmetro da base da copa da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	68
9 Diâmetro da base da copa da cultivar Obatã submetida a diferentes populações de plantio e em cada ano da experimentação.....	68
10 Produção por planta da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.....	81
11 Produção por planta da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes	



	página
populações de plantio em cada ano da experimentação.....	81
12 Produção por planta da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.....	82
13 Produção por planta da cultivar Obatã submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.....	82
14 Produtividade da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações em cada ano do período experimental.....	90
15 Produtividade da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano do período experimental.....	90
16 Produtividade da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano do período experimental.....	91
17 Produtividade da cultivar Obatã submetida a diferentes populações em cada ano do período experimental.....	91



LISTA DE TABELAS

	Página
1 Características químicas do solo na profundidade 0-20 cm do local da experimentação.....	39
2 Quadro da análise de variância.....	48
3 Altura das plantas de diferentes populações de cafeeiros em cada ano do período experimental.....	51
4 Altura de cultivares de cafeeiro e em cada ano do período experimental.....	52
5 Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável altura da planta em cada ano do período experimental.....	53
6 Temperatura média (Tmed), precipitação pluvial (Prec) e balanço hídrico (BH) mensal do local da experimentação no ano agrícola 1999-2000.....	54
7 Altura da inserção do primeiro ramo vivo de cafeeiros com seis anos de idade sob diferentes densidades de plantio.....	58
8 Altura da inserção do primeiro ramo vivo em cultivares de cafeeiro com seis anos de idade.....	59
9 Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável altura da inserção do primeiro ramo vivo da planta em cafeeiros com seis anos de idade.....	60
10 Diâmetro da base copa das plantas de diferentes populações de cafeeiros em cada ano do período experimental.....	64
11 Diâmetro da base da copa de cultivares de cafeeiro em cada ano do período	



	Página
experimental.....	65
12 Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável diâmetro da base da copa de cafeeiros em cada ano do período experimental.....	66
13 Diâmetro do caule das plantas de diferentes populações de cafeeiros em cada ano do período experimental.....	72
14 Diâmetro do caule de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.....	73
15 Significância da interação entre os fatores população e cultivar para a variável diâmetro do caule nos anos 1999 e 2000.....	74
16 Produção de café por planta nas diferentes populações e em cada ano do período experimental.....	76
17 Produção de café por planta de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.....	78
18 Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável produção de café beneficiado por planta em cada ano do período experimental.....	79
19 Produtividade de populações de cafeeiro em cada ano do período experimental.....	86
20 Produtividade de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.....	87
21 Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das	



	Página
regressões estudadas para a variável produção de café beneficiado por área em cada ano do período experimental.....	89
22 Produção dos tratamentos com 2500 plantas por hectare por planta e por cova em cada ano do período experimental.....	98



COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE CAFEEIRO SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO

Autor: Edison Martins Paulo

Orientador: Prof. Dr. Enes Furlani Júnior

RESUMO

Avaliou-se em Adamantina, na região da Alta Paulista, em São Paulo, entre maio de 1995 e junho de 2000, o crescimento e quatro produções das cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), Catuaí Amarelo (IAC 47) e Obatã (IAC 1669-20), de porte baixo, e Acaiaí (IAC 474-19) e Icatu Amarelo (IAC 2944), de porte alto, submetidas às densidades de plantio de 2500, 5000, 7519 e 10000 plantas por hectare, com uma planta por cova distanciadas na linha por 1,0m. Estudou-se também a população de 2500 plantas por hectare em covas com duas plantas. Adotou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso com três repetições, esquema fatorial com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram às populações e as subparcelas as cultivares. Os resultados do primeiro quadriênio da produção permitiram inferir que: o aumento da densidade de plantio influencia positivamente a altura e negativamente o diâmetro do caule e da base da copa dos cafeeiros, permanecendo inalteradas as diferenças que agrupam os cafeeiros em porte alto e porte baixo; diminui a produção de café beneficiado por planta e aumenta a produtividade; o plantio de duas mudas por cova aumenta a altura e diminui o diâmetro do caule, mas não altera a altura ou o diâmetro da base da copa dos cafeeiros e condiciona menor produção de café beneficiado por planta não concorrendo para a maior produtividade; cafeeiros de porte



baixo são mais produtivos que os de porte alto, enquanto os de mesmo porte não diferem entre si quanto à produção de café beneficiado; cafeeiros de porte alto possuem maior diâmetro da base da copa que cafeeiros de porte baixo, da qual perdem ramos quando plantados em densidade maior que 5000 plantas por hectare e que a produção por planta da Icatu Amarelo (IAC 2944) é menor que a da Catuai Amarelo (IAC 47) e a da Obatã (IAC 1669-20).

Palavras-chave: café, *Coffea arabica* L., população, competição.



COFFEE CULTIVARS DEVELOPMENT SUBMITTED TO DIFFERENT PLANTS DENSITIES

SUMMARY

This study was conducted in Adamantina, region of Alta Paulista, São Paulo state, Brazil, during May, 1995 to June, 2000, the yields of coffee (*Coffea arabica* L.) cultivars Catuaí Amarelo and Obatã (low height) and Acaiá and Icatu Amarelo (high height) were submitted to the populations of 2500, 5000, 7519 and 10000 plants.ha⁻¹ and with one plant for hole spaced in the line for 1,0m. It was studied also the population of 2500 plants for hectare in holes with two plants. The treatments were all possible combinations between cultivars and populations, arranged in a randomized complete blocks design with three replications and the plots as the populations and the subplots as the cultivars. The results showed that: the plant high was reduced with increasing plant density and stem and plant base diameter were reduced with increasing of plant density. The yield was increased and the population was reduced with high populations. Using two plants for hole was verified that the plant high was increasing and stem diameter was reduced but the base diameter or its high was not affected. Using the two plants for hole was verified reduction of plant yield. During the first four years was verified that the coffee cultivars with low height were most productive than high height cultivars. The yield was not affected in cultivars with the same height. The high height cultivars had biggest base diameter as well as the low height cultivars and when planted with plant density better than 5000 plants for hectare it was verified the



increasing of high base of plant. It was verified that the Icatu Amarelo yield was smaller than the Catuaí Amarelo and the Obatã yield.

Keys words: coffee, *Coffea arabica* L., population, competition.



1. INTRODUÇÃO

Na implantação da lavoura cafeeira entre os muitos fatores de elevada importância a considerar, destaca-se a densidade de plantio e a cultivar a ser utilizada dos quais a produção é dependente. O aumento da densidade de plantio dos cafeeiros concorre para o incremento da produtividade e, decorrente da maior cobertura do terreno proporcionada pelas plantas e folhas que caem, auxilia no controle da erosão e melhora as propriedades físicas e químicas do solo. Por outro lado, o comportamento de determinada cultivar de cafeeiro pode variar de um lugar para outro, podendo-se atribuir grande parte da variabilidade da produção ao ambiente, pelo que se considera o estudo regional de seleções de cafeeiros de elevada relevância.

As diferentes populações preconizadas para a cultura do café podem ser conseguidas por inúmeras combinações entre os espaçamentos das linhas, as distâncias entre as covas na linha de plantio e o número de plantas por cova. Há muito relatado, o aumento linear da produtividade com o incremento da densidade populacional vem ao longo tempo



sendo confirmado para cafeeiros de porte alto e de porte baixo, parecendo ser o limite superior para ambos os grupos de plantas a densidade de 10000 plantas por hectare.

Na primeira metade do século XX, em São Paulo, estudos com espaçamentos de cafeeiros mostraram que a diminuição da distância entre as plantas nas linhas e com o uso de mais de uma planta por cova aumentava a produtividade, mas não com número maior que duas plantas por cova. Posteriormente, verificou-se que a média da produtividade de diferentes espaçamentos entre as linhas e com distância de 1,0 entre covas com uma planta era maior que a obtida naqueles com a distância entre covas de 2,0m e com duas plantas, ambos os casos com o mesmo número de plantas por área embora, após algumas colheitas, pudessem ter produtividades equivalentes. Por isso, relata-se que a produção é maior quando a planta está sozinha que acompanhada e que o uso de apenas uma muda por cova é mais econômico. Contudo, em região seca, covas distanciadas de 1,5m e com duas plantas já foram mais produtivas que aquelas com uma planta, talvez por autoproteção.

Os trabalhos relacionados à densidade de plantio evidenciam que o número de 5000 plantas por hectare proporciona boa produtividade e a possibilidade de mecanização da lavoura. Pequenas propriedades podem adotar densidades entre 7000 e 10000 plantas por hectare, desde que associadas a um plano de podas dos cafeeiros a cada quatro anos.

A Alta Paulista, tradicional região cafeeira do Estado de São Paulo, caracterizada por pequenas propriedades e pelo solo sujeito à erosão, condições para as quais se recomenda o uso mais intenso da área pela redução do espaçamento entre cafeeiros, tem na introdução da tecnologia do adensamento da lavoura a perspectiva do aumento da geração de emprego e renda. Contudo, a recomendação das cultivares de cafeeiro disponibilizadas aos agricultores, apesar do elevado potencial econômico que possuem, é genérica, podendo haver



desenvolvimento diferencial dos materiais relacionado à adaptação às condições ecológicas da região. O objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento das cultivares Catuaí Amarelo e Obatã, de porte baixo, e a Acaiá e a Icatu Amarelo, de porte alto, submetidas a diferentes densidades de plantio no município de Adamantina em São Paulo.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultivares e produtividade de cafeeiros

Na implantação da cultura cafeeira, especial atenção deve ser dada à variedade a ser cultivada (ALMEIDA et al., 1983b, ALMEIDA & CARVALHO, 1987, 1991) posto que, um dos fatores que mais afetam a produtividade dos plantios comerciais é a escolha adequada de linhagens e cultivares (FAZUOLI, 1986). Deve-se compreender que, como grande parte da variabilidade pode ser causada pelo ambiente (MÔNACO & CARVALHO, 1965), o comportamento de determinada cultivar pode variar de um lugar para outro (BAGAZO, 1975).

O conhecimento da participação do ambiente assume grande importância à medida que expressões fenotípicas são influenciadas (BARTHOLO & CHEBABI, 1985). Em razão dessa circunstância, a fase de maior relevância no programa de melhoramento de qualquer cultura é o estudo regional das seleções realizadas (MÔNACO & CARVALHO, 1965), buscando-se definir, além das variedades, as linhagens de melhor adaptação e

produtividade nas condições ecológicas de uma região (ALMEIDA & CARVALHO, 1987, 1991).

Na Mundo Novo o efeito ambiental é acentuado, visto tratar-se de material com alta homozigose (COSTA et al., 1983b). Linhagens de Mundo Novo, entre elas a Acaiá LCP 474-18 e LCP 474-19, têm-se mostrado superiores a linhagem-padrão LCMP 379-19 (ALMEIDA & CARVALHO, 1987, 1991). Na região da Alta Paulista, em São Paulo, há várias opções de linhagens de Mundo Novo para plantio (COSTA et al., 1983a).

Nessa região, algumas linhagens de Catuaí Amarelo têm apresentado certa superioridade sobre outras estudadas (COSTA et al., 1983a), embora possa haver grande variabilidade na produção, indicando comportamento diferencial do germoplasma quanto à adaptação às condições ecológicas da região (ALMEIDA & CARVALHO, 1987, 1991). Essa cultivar, porém tem possibilidade de avaliação precoce, pois já se constatou que as melhores progênies nas quatro primeiras produções foram também as melhores por sete anos consecutivos (CARVALHO et al., 1978).

Em Minas Gerais, o comportamento diferenciado de linhagens da Catuaí Amarelo (ALMEIDA et al., 1983a, BARTHOLO & CHEBABI, 1985) e da Mundo Novo em função de diferentes ambientes também tem sido relatado (BARTHOLO & CHEBABI, 1985).

Linhagens da Icatu 2944 e 3795, de frutos amarelos, em Minas Gerais, produziram mais que a Mundo Novo e a Acaiá, porém menos que linhagens da Catuaí (BARROS et al., 1999b). Outros estudos, em diferentes condições e momentos da cultura, têm confirmado a menor produtividade da Icatu em relação a Catuaí (SANTO, 1987, FERRONI et al., 1998, 1999, SANTINATO et al., 1999b, REIS et al., 1999), havendo, porém materiais como a Icatu 2944-859 que já mostraram maior produtividade (BARROS et al., 1999a).

A Catuaí e a Mundo Novo 379-19, sem diferirem entre si, não mostraram produção superior a Icatu 2945 nas quatro primeiras safras (SERTÓRIO et al., 1996, 1997a, 1998).

A Obatã e a Tupi, resistentes a ferrugem, têm-se mostrado promissoras, com produtividade apenas ligeiramente inferior à média das linhagens de Catuaí (BARROS et al., 1999b).

A Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, em São Sebastião do Paraíso, São Paulo (MENDES et al., 1995) e o Amarelo LCH 2077-2-5-74, em Viçosa, Minas Gerais, não diferiram quanto à produção do Mundo Novo 379-19. O mesmo resultado entre Catuaí Amarelo e Mundo Novo foi encontrado em Ribeirão Preto, São Paulo, após quatro colheitas (CARVALHO et al., 1978) e no Paraná, por seis colheitas (SIQUEIRA & ANDROCIOLI FILHO, 1991).

Estudos conduzidos em diferentes regiões e com diferentes materiais de Catuaí mostram a produção superior dessa variedade em relação à Mundo Novo (SANTO, 1987, CÔRREA et al., 1984, 1985, 1986, FERRONI et al., 1998, 1999, ALMEIDA et al., 1983b), a Acaiá (ALMEIDA et al., 1983b, SANTO, 1987, FERRONI et al., 1998, 1999, SANTINATO et al., 1999b), a Icatu (SANTO, 1987, FERRONI et al., 1998, 1999, SANTINATO et al., 1999c, 1999d, BARROS et al., 1999b, REIS et al., 1999) e ao Obatã e ao Tupi (BARROS et al., 1999b).

A Catuaí já apresentou produção maior que a Acaiá na primeira colheita, mas não na produção acumulada de três safras e na condição de superadensamento (1,0 x 0,5m) (AUGUSTO et al., 1999). Alternância da produção relacionada aos anos da colheita também tem sido observada. Nas duas primeiras colheitas a Acaiá já mostrou maior produtividade que



a Catuaí Vermelho e a Icatu, sendo superado por elas nas duas colheitas seguintes (SIQUEIRA et al., 1983).

A comparação de diferentes materiais genéticos mostrou que, surpreendentemente, a produtividade média daqueles originados da Catuaí ($45 \text{ sacas} \cdot \text{ha}^{-1}$) foi inferior à daqueles provenientes da Mundo Novo (55 sacas). O resultado encontrado foi explicado pela condução da Mundo Novo em livre crescimento, sem desbrotas, e pelos altos níveis de adubação e bom controle da ferrugem empregado (BARROS et al., 1999a).

2.2. Cultivares de cafeeiros e adensamento

2.2.1. Cultivares de porte baixo

O plantio de cafeeiros de porte reduzido é um consenso amplamente difundido (CARVALHO et al., 1984).

Os cafeeiros de porte baixo são os mais adequados ao adensamento por permitirem o plantio de maior número de mudas por hectare (KRUG et al., 1949, URIBE & MESTRE, 1980, FAZUOLI, 1996, THOMAZIELLO et al., 2000) e colheitas por tempo mais prolongado antes que necessitem renovação para um novo ciclo de produção (URIBE & MESTRE, 1980).

O aumento da lucratividade, com o plantio desses cafeeiros, dá-se não somente pela expectativa de maiores produtividades, relacionada às maiores densidades de plantio (KRUG et al., 1949, URIBE & MESTRE, 1980), mas, também, por reduzir os custos (CARVALHO et al., 1984) ou facilitar a colheita e os tratamentos fitossanitários, salientando-se que



a Catuaí Vermelho e a Catuaí Amarelo, com ampla capacidade de adaptação, embora apropriadas ao sistema, têm o inconveniente de apresentar maturação tardia nas regiões mais frias (FAZUOLI, 1996, THOMAZIELLO, 2000).

São particularmente indicadas para o plantio adensado as cultivares IAC 1669-20 (Obatã) e IAC 1669-33 (Tupi), de porte baixo e resistentes à ferrugem (THOMAZIELLO et al., 2000), como também as cultivares Colômbia, IAPAR 59, Catimor, Sarchimor, IAC 4092, IAC 4093, IAC 4094, IAC 4095, IAC 4096, IAC 4275, entre outras (FAZUOLI, 1996).

2.2.2. Cultivares de porte alto

Na adoção de espaçamentos de cafeeiros deve ser lembrado que quanto maior o porte da cultivar, maior deve ser o espaçamento entre as linhas de plantio (MIGUEL et al., 1986). Cultivares de porte alto têm apresentado maior vigor, ótima capacidade de rebrota, quando podadas, maturação mais uniforme e precoce e, portanto, podem ser utilizadas em plantios adensados. A restrição feita ao porte desses cafeeiros, quando estabelecido no sistema adensado, pode ser contornada com o uso de podas (FAZUOLI, 1996).

Entre as cultivares que podem ser recomendadas para o plantio adensado estão Mundo Novo, Acaiá, Bourbon Amarelo e o híbrido Icatu. Linhagens do cafeeiro Mundo Novo mostram ampla capacidade de adaptação e algumas se prestam melhor para o adensamento como a IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 464-12 e IAC 515-20. A Bourbon Amarelo pode ser indicada para regiões frias e de maior altitude, devido a sua precocidade de



maturação e possibilidade de melhor distribuir a colheita (FAZUOLI, 1996, THOMAZIELLO, 2000).

A cultivar Acaiá, apresenta, como ponto importante para o sistema de plantio adensado, maturação uniforme dos frutos, sendo as principais linhagens a IAC 474-1, IAC 474-4, IAC 474-7 e IAC 474-19. A Bourbon Amarelo tem, quando plantada em livre crescimento, produtividade inferior à da Mundo Novo, não havendo muitos estudos no sistema adensado, cujo espaçamento a ser adotado poderia ser menor que os recomendados para a Mundo Novo. É possível que a Icatu e a Acaiá possam ser cultivadas em todas as regiões do Brasil, mas o adensamento na Icatu deve ser mais ameno, devido ao elevado vigor, rusticidade e maior altura e diâmetro de copa dessa cultivar, devendo-se adotar a distância mínima de 2,5m entre as linhas de plantio (FAZUOLI, 1996).

As cultivares Mundo Novo, Acaiá, Bourbon Amarelo e os híbridos Icatu Amarelo, Vermelho e Precoces em livre crescimento devem ter as linhas espaçadas entre 3,0 e 4,0 m e entre 2,0 e 3,0m no sistema adensado e conduzidas com podas, devendo-se adotar a distância mínima de 2,8m entre as linhas para as cultivares Icatu. A Icatu Precoces, IAC 3282, com frutos de coloração amarela, menor diâmetro de copa e vigor que as demais Icatu, deve ter o melhor comportamento em plantios adensados, não sendo, contudo, indicada para regiões baixas e quentes (THOMAZIELLO et al., 2000).



2.3. População de cafeeiros

As diferentes populações preconizadas para a cultura do café podem ser conseguidas por inúmeras combinações entre os espaçamentos das linhas e as distâncias entre as covas na linha de plantio e o número de plantas por cova.

2.3.1. Cultivares de porte baixo

Pesquisas realizadas com cafeeiros de porte baixo mostram que covas com uma ou duas plantas espaçadas na linha de 1,5m não diferem quanto à produtividade (ALMEIDA & MATIELLO, 1980, BARROS et al., 1983, ALMEIDA et al., 1984, CAMARGO et al., 1985a). Porém, em região seca, onde o cafezal responde bem a arborização, talvez pelo autosombreamento e proteção entre as plantas, covas distanciadas de 1,5m e com duas plantas, foram mais produtivas que aquelas com uma planta, desde as primeiras produções (CAMARGO et al., 1986, 1987) até a oitava colheita (CAMARGO et al., 1990).

A média da produtividade de diferentes espaçamentos entre as linhas e com distância de 1,0 entre covas com uma planta é maior que a observada naqueles com a distância entre covas de 2,0m e com duas plantas, embora em ambos os casos se empreguem o mesmo número de plantas por área, o que se nota desde as primeiras colheitas (CAMARGO et al., 1979, 1980, 1983a, b, VIANA et al., 1984, CAMARGO et al., 1985 a, b). Há resultados iniciais como os citados, mas que, após algumas colheitas, mostram que plantios com uma ou duas plantas têm produtividades equivalentes (CAMARGO et al., 1986, 1987, 1990).



Na produção acumulada de seis (CAMARGO et al., 1985b) ou sete colheitas (VIANA et al., 1984, CAMARGO et al., 1985a) o espaçamento de 1,0m entre as covas com uma planta, na linha de plantio, produziu por área mais que 20% em relação às covas espaçadas de 2,0m e com duas plantas.

Relata-se que a produção é maior quando a planta está sozinha que acompanhada (URIBE & MESTRE, 1988a) e que o uso de apenas uma muda por cova é mais econômico (BARROS et al., 1983, CAMARGO et al., 1983a).

Muitos estudos têm procurado definir o melhor espaçamento entre as covas de café na linha de plantio para a cultivar Catuaí Amarelo (CAMARGO et al., 1979, 1980, 1981, BARROS et al., 1983, CAMARGO et al., 1983a, b, 1985a, b, 1987, MIGUEL et al., 1987, CAMARGO et al., 1990, OLIVEIRA et al., 1990, ANDROCIOLI FILHO, 1996) ou com a Catuaí Vermelho (MIGUEL et al., 1986, TOLEDO et al., 1990b, PAVAN et al., 1994, MENDES et al., 1995).

Na linha de plantio, as faixas de espaçamentos estudadas têm tido como limite superior às distâncias de 5,80 m (CAMARGO et al., 1981), 2,25m (PAVAN et al., 1994), 2,0m (MIGUEL et al., 1986, 1987, OLIVEIRA et al., 1990, MENDES et al., 1995, ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1996, CAMARGO et al 1979, 1980, 1983a, b, 1985a, b, 1987, 1990) ou cerca de 1,0m (TOLEDO et al., 1990b, BARROS et al., 1999c) e como limite inferior 0,5m (MIGUEL et al., 1986, CAMARGO et al., 1987, 1990, TOLEDO et al., 1990b, MENDES et al., 1995, BARROS et al., 1999c), 0,66m (CAMARGO et al., 1981), 0,75m (PAVAN et al., 1994) ou 1,0m (CAMARGO et al., 1979, 1980, 1983a, b, 1985a, b, MIGUEL et al., 1987). Os resultados têm mostrado, como regra geral, que as maiores produções de café estão relacionadas aos menores espaçamentos entre as covas nas linhas.



Na Catuaí Vermelho, constatou-se redução na produtividade com a redução do espaçamento de 1,0 para 0,5m entre as covas de café e, por isso, deve-se manter entre 0,8 e 1,0m à distância entre as plantas na linha de plantio (MIGUEL et al., 1986). O emprego de 0,5m entre as covas já proporcionou produtividade maior nas duas primeiras colheitas (TOLEDO et al., 1990b).

Recomenda-se, para o plantio adensado de cafeeiros de porte baixo como o Catuaí Vermelho ou Amarelo, Obatã e Tupi e sob o espaçamento entre linhas de 2,0 a 2,8m, à distância de 0,5 a 0,7m entre covas com uma planta na linha de plantio (THOMAZIELLO et al., 2000).

2.3.2. Cultivares de porte alto

Na primeira metade do século XX, em São Paulo, muitos estudos com espaçamentos de cafeeiros mostravam que, à medida que se diminuía a distância entre as plantas, nas linhas, e com o uso de mais de uma planta por cova, aumentava-se a produtividade (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963).

É relatado que desde que se iniciou plantar café em São Paulo, se adotou a técnica de se plantar mais de uma planta por cova, cujas vantagens se demonstrou experimentalmente (CARVALHO et al., 1975), mas não quando o número era maior que duas plantas (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963, LAZZARINI & MORAIES, 1967, CARVALHO & SOUZA, 1980).

A introdução de novas variedades vigorosas e produtivas, como a Mundo Novo e a Acaiá, impôs a continuidade dos estudos, os quais não conduziram a ganhos na



produção com o uso de mais de uma planta por cova (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963, CARVALHO & SOUZA, 1980, ALMEIDA et al., 1983a, TOLEDO et al., 1989, 1993).

A redução da distância entre as covas originou o plantio em renque, com uma única planta por cova, e separadas, nas linhas, de 0,5 a 1,0m (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963) cujo aumento na produção ao se adensar o plantio não era confirmado quando eram comparadas, nas linhas, apenas as distâncias de 1,5m e 2,0 m entre as covas (ALMEIDA et al., 1983, TOLEDO et al., 1993, ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1996).

Resultados com a Mundo Novo LCP 379-19, mostraram ser favorável o uso de 0,5m entre as covas (CARVALHO & SOUZA, 1980, MIGUEL et al., 1983a), enquanto outros, após três (MIGUEL et al., 1986) e oito colheitas (TOLEDO et al., 1992) respectivamente, informavam que a maior produtividade era obtida com a distância de 1,0m entre as plantas e não com o uso de 0,5m entre as covas.

Na Mundo Novo LCP 379-19, as distâncias entre as covas de 0,5 e 1,0m na linha de plantio são indicadas como forma de obtenção de altas populações e, conseqüentemente, de altas produtividades, mantendo-se os espaçamentos entre as linhas nos limites necessários para a realização dos tratos culturais (MENDES et al., 1995).

A cultivar Acaiá também apresentou os melhores resultados de produção com 0,5 e 1,0m entre as covas com uma planta (TOLEDO et al., 1993, 1994). Na cultivar Icatu primeira colheita, as maiores produtividades foram conseguidas com a diminuição da distância de 1,0m para 0,5m entre as plantas (SANTINATO et al., 1998a, LEVY et al., 1995) e 0,5 e 0,75m até a quinta safra (SANTINATO et al., 1998b).



No plantio adensado, recomendam-se espaçamentos entre as linhas entre 2,8 a 3,0m e covas com uma muda espaçadas, na linha, entre 0,8 a 1,0m para as cultivares Mundo Novo e Icatu e 0,5 a 1,0m para a Acaiá (THOMAZIELLO et al., 2000).

2.3.3. Arranjo das plantas

O arranjo entre as plantas de café tem sido estudado e a disposição dos cafeeiros em quadrado já apresentou resultado favorável (LAZZARINI & MORAIES al., 1967). Comparações da produção de espaçamentos, com mesmas áreas úteis por cova e diferentes formas de área, mostraram que as disposições mais próximas do quadrado foram as mais produtivas (CAMARGO et al., 1981), parecendo ter como razão o sombreamento igualado que as plantas proporcionam entre si (CAMARGO et al., 1990). Contudo, quando se compara retângulo com dimensões próximas de um quadrado, não há diferenças (URIBE & MESTRE, 1988b). É admitido que a população de plantas por unidade de área, independente do arranjo das plantas entre e dentro das fileiras, seja o melhor indicativo da produtividade (MENDES et al., 1995).

2.3.4. Populações maiores que 10000 plantas por hectare

O adensamento, o superadensamento e o hiperadensamento são indicados para áreas cujo valor da terra é elevado ou àquelas onde a mecanização, condicionada pelo declive ou tamanho da lavoura, não é possível (SANTINATO et al., 1994), encontrando-se



diferentes respostas aos níveis populacionais do cafeeiro entre as variedades (SANTINATO et al., 1998b, AUGUSTO et al., 1999).

Estudos com cafeeiros de porte alto (ALMEIDA et al., 1979, 1983c, SANTINATO et al. 1996a,b, 1998b, 1999a, SERTÓRIO et al., 1997b) ou de porte baixo (CAMARGO et al., 1981, MIGUEL et al., 1983a, VIANA et al., 1983, URIBE & MESTRE, 1988b, SANTINATO et al., 1998b) não têm conseguido mostrar ganhos na produtividade com o uso de populações de cafeeiros maiores que 10000 plantas por hectare.

Na Catuaí Amarelo, já se obteve nas duas primeiras colheitas maiores produtividades com covas de 0,5 e 0,7 m² que naquelas com 1,0 m², mas não nas duas colheitas seguintes (BARROS et al., 1999c). O mesmo se observou para a Catucaí e Icatu (SANTINATO et al., 1998b).

Na Colômbia, a 1400m de altitude e com precipitação pluvial média anual de 2660 mm, houve crescimento da produtividade até 14740 plantas por hectare, diminuindo a partir de 20000 plantas por hectare. Deve ser ainda considerado que o incremento na produção é muito pequeno acima de 10000 plantas por hectare, o que não justifica maiores investimentos (URIBE & MESTRE, 1980).

No Brasil, com a Catuaí Amarelo, obteve-se bons resultados com as populações de 13333 (CAMARGO et al., 1986, 1987, 1990) e com 16000 plantas por hectare (1,25 x 0,5m) (OLIVEIRA et al., 1990).

No local da experimentação com a população de 13333 plantas por hectare, ocorreu baixa precipitação pluvial. Nessa situação o cafeeiro é favorecido pela proteção e o autosombreamento além do que, a condição é inadequada para a incidência da ferrugem (CAMARGO et al., 1986, 1987, 1990).



A população de 16000 cafeeiros por hectare (1,25 x 0,5m) produziu na primeira colheita mais que o dobro da média de outros espaçamentos estudados, o que continuou a se manifestar na terceira colheita, porém em menor proporção (OLIVEIRA et al., 1990).

Nos plantios com densidades populacionais maiores que 10000 plantas por hectare cita-se o atraso na maturação dos frutos, dificuldades na colheita e nas pulverizações, mas menor incidência de plantas daninhas e de bicho mineiro (MIGUEL et al., 1983a).

2.3.5. Populações menores que 10000 plantas por hectare

2.3.5.1. Cultivares de porte baixo

Cafeeiros de porte baixo têm mostrado aumentos na produtividade com a progressão da população até 10000 plantas por hectare (MIGUEL et al., 1983a, CAMARGO et al., 1981, 1985a, URIBE & MESTRE, 1988a, b, MIGUEL et al., 1986, CAMARGO et al., 1990, TOLEDO et al., 1990b, MENDES et al., 1995). O aumento na produtividade também é mencionado em estudos com populações máximas de 7812 (VIANA et al., 1984), 7463 (GATHAARA, 1988), 6666 (SIQUEIRA & ANDROCIOLI FILHO, 1991, PAVAN et al. 1994, ANDROCIOLI FILHO, 1996) e 6490 plantas por hectare (CAMARGO et al., 1979, 1980, 1983a, 1985b).

Na Catuai Amarelo, já foi observado aumento na produtividade até a 11ª colheita com a densidade de 14286 plantas por hectare, dispostas em covas com duas plantas. Contudo, a melhor área por cova foi considerada a de 2,8m² ou com 7143 plantas por hectare



(SIQUEIRA et al., 1990) ou $3,0 \text{ m}^2$ com 3333 covas de duas plantas (SIQUEIRA & ANDROCIOLI FILHO, 1991).

Na Catuaí Vermelho, 5555 (MIGUEL et al., 1986) ou 6666 plantas por hectare (VIANA et al., 1983) possibilitam produtividades máximas. O dobro da produção por unidade de área, em relação ao espaçamento convencional, foi obtido tanto com a população de 10000, quanto com a de 6666 plantas por hectare (VIANA et al., 1983).

Na Caturra, a maior produtividade também foi obtida com a população de 5000 e não com a de 7463 plantas por hectare, a maior estudada, na altitude de 1600m, embora resultado inverso tenha ocorrido a 1400 e a 1800m de altitude (GATHAARA, 1988).

A concorrência entre as plantas de porte baixo já é sensível a partir da segunda colheita, havendo, contudo compensação da diminuição da produção por planta com o aumento da densidade até $1,25 \times 0,5\text{m}$ (OLIVEIRA et al., 1990).

Nas duas primeiras colheitas da Catuaí Amarelo, encontrou-se produtividade similar em populações a partir de 5000 plantas por hectare (CAMARGO et al., 1983a), mas não posteriormente quando a produção cresceu com a população (CAMARGO et al., 1985a).

Na população de 10000 plantas por hectare de café pode ser notada diminuição na produtividade após a 5ª colheita (URIBE & MESTRE, 1980).

A Catuaí Vermelho estudada por 12 colheitas, apresentou pico de produção relacionado à densidade populacional. Assim, em covas com duas plantas de café e com as áreas de $3,0$, $6,0$ e $9,0\text{m}^2$, os picos da produção ocorreram na 9ª, 10ª e 11ª colheitas, respectivamente, e mais tardiamente que os picos observados em cafeeiros de porte alto (PAVAN et al., 1994).



2.3.5.2. Cultivares de porte alto

O aumento linear da produtividade com a redução da área ocupada pelas covas dos cafeeiros ou com o aumento da densidade populacional até o limite de 2500 plantas por hectare foi há muito relatado (LAZZARINI & MORAIES, 1967).

Estudos mais recentes têm confirmado essa tendência para cafeeiros de porte alto com o estudo de populações maiores que 2500 plantas até 10000 plantas por hectare ou mais (SIQUEIRA et al., 1990, PAVAN et al., 1994, SANTINATO et al., 1994, MENDES et al., 1995).

Espaçamentos adensados da cultivar Acaiá, comparados a espaçamentos convencionais (4,0 x 2,0m), têm proporcionado, na produtividade, ganho médio elevado (TOLEDO et al., 1993, 1994) que é da ordem de 59%, após 16 colheitas, e 122%, quando se considera apenas o primeiro quinquênio da produção (TOLEDO et al., 1994).

Aumentos na produtividade da Acaiá foram conseguidos quando se aumentou a população até 7143 plantas por hectare e por nove colheitas (SIQUEIRA et al., 1990). Nessa cultivar, aplicando-se recepas, obteve-se aumento na produção com o crescimento da população até 6666 plantas ou 3333 covas de duas plantas por hectare no período de 12 anos (PAVAN et al., 1994). A Mundo Novo LCMP 464-12 mostrou resultado similar ao Acaiá (SIQUEIRA et al., 1990, SIQUEIRA & ANDROCIOLO FILHO, 1991).

A Mundo Novo na população de 5000 plantas por hectare já produziu significativamente mais que em espaçamentos menores por dez colheitas (CARVALHO & Souza, 1980). Contudo, a produção da LCMP 376-4 foi crescente conforme a população

aumentou de 3333 até 6666 plantas por hectare somente nas quatro primeiras colheitas e não na média de seis anos (SIQUEIRA & ANDROCIOLI FILHO, 1991)

A população de 10000 plantas por hectare (2,0 x 0,5m) da Mundo Novo mostrou ser a mais produtiva nas três (SERTÓRIO et al., 1997b) e nas cinco primeiras colheitas (SANTINATO et al., 1999a).

Concluiu-se, após 16 anos de estudo, que a população ideal da Acaiá deva estar entre 5000 e 10000 plantas por hectare, havendo bom resultado com a população de 8000 plantas por hectare (TOLEDO et al., 1994). Porém, há resultados que apontam, no primeiro triênio da cultura, maior produtividade com 5000 e não com 10000 plantas por hectare (MIGUEL et al., 1986), como também com a cultivar SL 28 (GATHAARA, 1988).

Em outras regiões, resultados preliminares (BROWNING & FISHER, 1976) indicam a densidade ótima de 5000 plantas por hectare para cafeeiros de porte alto. A máxima produtividade já foi obtida com 5228 plantas por hectare para o cafeeiro SI 28 e não com 6610 plantas por hectare (KIARA & STOLZI, 1986).

A Icatu, na média de cinco colheitas, exibiu maior produtividade na população de 5000 e não com 2500 (SANTINATO et al., 1999d) ou 7143 plantas por hectare, a mais alta do estudo, na média de 11 safras (SIQUEIRA et al., 1990).

A vantagem no aumento da população para cultivares de porte alto é o rápido desenvolvimento do volume da produção por unidade de área, proporcionando um retorno mais rápido do capital investido (PAVAN et al., 1994). Contudo, o ciclo bienal da produção na Mundo Novo e na Catuaí Vermelho, avaliado pelo coeficiente de variação entre médias de colheitas, manteve-se elevado e com a mesma magnitude em todos os espaçamentos estudados, de 1429 até 10000 plantas por hectare (MENDES et al., 1995).



2.4. Podas

Uma das preocupações do adensamento relaciona-se ao ciclo de podas a ser empregado a partir de determinado momento da cultura quando o encontro das plantas nas entrelinhas e linhas de plantio impossibilita a realização dos tratos culturais e da colheita.

A adoção de um sistema de podas à medida que a produtividade vai diminuindo é imprescindível (TOLEDO et al., 1990). As plantas são recepadas e a seguir recuperadas com um ou dois ramos, para o próximo ciclo. As altas produções de café esperadas na fase seguinte, resultantes das altas densidades, podem compensar as perdas da cultura verificadas logo após a recepa (BROWNING & FISHER, 1976).

No sistema adensado o melhor é optar por espaçamento que permita maior número de colheitas sem podas (TOLEDO et al., 1993).

Na Catuaí Amarelo, espaçamentos inferiores a 1,85m, apesar das produções maiores, a partir da 4^a e 5^a colheitas dificultam muito a colheita, as pulverizações e atrasam a maturação. Cafeeiros de populações maiores que 6666 plantas por hectare ou 1,5m² por cova, mostram-se bastante desfolhadas e sem saia na 5^a colheita (CAMARGO et al., 1987). Plantas no espaçamento de 1,5m entre as linhas somente retornam ao ciclo de produção dois anos após a poda. O emprego de 2,0m entre as linhas implica na necessidade de podas apenas após a 8^a colheita. O arranjo, para efeito de podas, ao se utilizar espaçamentos entre 1,5 e 2,0m entre as linhas, deve condicionar maiores distâncias entre as covas nas fileiras de plantio (CAMARGO et al., 1990).

Na Catuaí Amarelo, ocorreu o aumento da produção com o adensamento em todas as colheitas, indicando não haver necessidade de podas até a quinta colheita, aos sete anos da cultura (CAMARGO et al., 1983a).

A Mundo Novo plantada em renque a 0,5m e recepada aos 16 anos produziu mais nas dez primeiras colheitas que aquele com distância de 1,0m entre as covas na linha (CARVALHO & SOUZA, 1980).

A cultivar Acaiá plantada em 3,0, 6,0 e 9,0m² por cova com duas plantas necessitou podas respectivamente, após a terceira, quarta e quinta colheitas. A cultivar Catuaí, submetida a áreas de 3,0 e 6,0m² por cova, precisou podas após a quarta e quinta colheitas, respectivamente e, quando plantada com 9,0 m² por cova, não necessitou podas nos 14 anos do estudo (PAVAN et al., 1994).

Estudo com a cultivar Acaiá com áreas de 1,0m², 1,25m² e 2,0m² por cova e recepada após a 7^a e 10^a colheitas, mostrou que a melhor brotação é obtida com as covas espaçadas a 0,5m além do que, houve perda considerável da população de plantas (44%) quando se fez uso de 1,0m entre as plantas na linha, o que foi menor (25%) no espaçamento de 0,5m (GARCIA e JAPIASSU, 1999).

Plantas recuperadas de Acaiá, após a recepa, fecham mais rapidamente (TOLEDO et al., 1993), o que pode indicar a recomendação de um espaçamento mais aberto como 2,0 a 2,5m entre as ruas e 0,5 a 1,0m entre as plantas, nas linhas (TOLEDO et al., 1994).

Na Icatu, com 0,5 entre as covas na linha, acontece o vergamento das plantas, devendo-se utilizar o espaçamento de 0,75 até 1,0m por apresentar menor fechamento de rua e menor competição entre as plantas (FERRONI et al., 1999). É relatado, já na primeira safra, o fechamento entre as linhas de plantio da Icatu na densidade de 10000 plantas por hectare e



com 0,5m entre as covas, o que não aconteceu totalmente com 13333 plantas por hectare espaçadas por 0,75m na linha de plantio (SANTINATO et al., 1995), chegando a ser recomendado o uso de 1,0m para fins de mecanização (SANTINATO et al., 1998a).

2.5. Fatores interferentes no crescimento do cafeeiro

2.5.1. Genéticos

Entre os fatores que afetam a altura das plantas destacam-se o Caturra (Ct), o São Bernardo (Sb), O Vila Lobos (VI) e o San Ramón (Sr), todos dominantes e independentes. Esses fatores de grande interesse econômico contribuem para a redução do comprimento dos internódios da haste principal e dos ramos laterais, resultando em cafeeiros de menor porte e de aspecto mais compacto. Nesses cafeeiros, por sua menor altura, a colheita e os tratamentos fitossanitários são facilitados e menos dispendiosos (CARVALHO & FAZUOLI, 1988).

2.5.2. Ambientais

A periodicidade do crescimento vegetativo do cafeeiro está associada a diversos fatores de ambiente, tais como temperatura, fotoperíodo, irradiância, suprimento de água e de nutrientes e crescimento vegetativo. A fase ativa do crescimento ocorre em período em que as temperaturas são relativamente altas, as chuvas abundantes e os comprimentos do dia relativamente maiores. A fase quiescente, por seu turno, acompanha o período seco e frio e



que se estende de abril a setembro, com taxas de crescimento negligíveis a partir de março (SILVA et al., 2000).

Plantas jovens de cinco cultivares de café mostraram-se, de modo geral., mais altas e com maior número de folhas e de ramos laterais quando submetidas a fotoperíodo de 18 horas do que em dias normais. O florescimento também nessa condição foi mais intenso. Entre as cultivares estudadas, a Catuaí reagiu mais intensamente, enquanto o Bourbon Vermelho menos intensamente (MEDINA FILHO et al., 1975).

O crescimento vegetativo da Catuaí Vermelho acompanha de modo geral as curvas de temperatura, havendo correlação significativa entre o crescimento dos ramos com as médias das temperaturas máximas durante o período quente e úmido e com as médias das temperaturas médias e mínimas durante o período seco e frio (SILVA et al., 2000).

Na população de 5000 plantas por hectare, com irrigação nos meses de baixa precipitação e sob exposição solar, o cafeeiro Caturra apresenta bons índices de crescimento e que se manifestam através da relação de altura:diâmetro de copa próxima a 1,0 e, inclusive menor, alcançando rapidamente altos valores de área foliar de $7,17\text{m}^2$ aos dois anos de idade (RIVERA, 1993).

2.5.3. População de plantas

2.5.3.1. Altura das plantas

Aumento na população de plantas promove aumento na altura dos cafeeiros de porte baixo (SERA et al., 1975, NJOROJE et al., 1992, RENA et al., 1994, SANTINATO



et al., 1994, MATIELLO et al., 1999) ou de porte alto (SERA et al., 1975, CARVALHO & SOUZA, 1980, SANTINATO et al., 1994). Contudo, a cultivar SL 28 estudada até a população de 6610 plantas por hectare apresentou a maior altura com densidades entre 3200 e 4000 plantas por hectare (KIARA & STOLZY, 1986).

Estudo com diferentes combinações de número de mudas por cova e distância entre as covas na linha, permitiu concluir com a população de 5000 plantas por hectare da Mundo Novo que diferentes combinações dessa população mostram alturas semelhantes (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963).

Na Catuaí Amarelo, não há diferenças na altura das plantas até a quinta safra quando elas estão distanciadas na linha de plantio entre 1,0 e 2,0m (MIGUEL et al., 1987), o que já foi observado quando a separação entre as covas esteve entre 0,5 e 1,0m, quer para cultivares de porte alto ou baixo na primeira (SANTINATO et al., 1994) e na terceira safra (SANTINATO et al., 1996a).

O número e os tipos de muda, simples ou dupla no mesmo recipiente, e espaçadas na linha de plantio a 1,5m, não influenciou a altura da Catuaí Vermelho até a primeira produção (ALMEIDA & MATIELLO, 1980), mas com a Mundo Novo, as plantas das covas espaçadas a 1,0m na linha e que receberam uma muda cresceram menos que aquelas que receberam duas mudas (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963).

A Catuaí Amarelo e a Mundo Novo aumentaram a altura das plantas quando, mantendo-se a distancia entre as covas na linha de 2,5m, diminuiu-se à distância entre as linhas de 3,92 até 0,56m (SERA et al., 1975).

É possível que cultivares possam diferir na intensidade da resposta em altura para variações na população (NJOROJE et al., 1992).



2.5.3.2. Diâmetro do caule

O diâmetro do caule diminui, tanto para cafeeiros de porte baixo (MIGUEL et al., 1987, NJOROJE et al., 1992, SANTINATO et al., 1994, RENA et al., 1994) como para de porte alto (CARVALHO & SOUZA, 1980, SANTINATO et al., 1994), com o aumento da população.

Menor distância entre as covas na linha de plantio, até 1,0m, conferiu a Catuaí Amarelo menor diâmetro de caule (MIGUEL et al., 1987), cuja tendência também se observou quando se aumentou o número de plantas por cova do Catuaí Vermelho (ALMEIDA & MATIELLO, 1980, CARVALHO & Souza, 1980).

2.5.3.3. Diâmetro da copa

Diferenças não foram observadas no diâmetro da copa de plantas estabelecidas em covas distanciadas de 0,5 a 2,0m e com uma e quatro plantas do cafeeiro Mundo Novo aos 5,5 anos de idade (SCARANARI & NOGUEIRA NETO, 1963).

O diâmetro da saia da Catuaí, aos 4,5 anos de idade, correlacionou-se negativamente com o adensamento das plantas nas fileiras, mas não foi influenciado pelo espaçamento entre as linhas (RENA et al., 1994). Ainda, é citado que, tanto para cafeeiros de porte baixo, quanto de porte alto há diminuição do diâmetro da copa com o adensamento, sendo mais intenso na cultura hiperdensada (0,5 x 0,5m) (SANTINATO et al., 1994), relatando-se o inverso para a Mundo Novo, aos 14 anos de idade, conforme o aumento do número de plantas por área (CARVALHO & SOUZA, 1980).



2.5.3.4. Número de ramos

Na Bourbon Vermelho, há perda de ramos até cerca de 1,0m de altura em plantios com três a quatro mudas por cova (GARCIA et al., 1967). Na Catuaí Vermelho, com dois anos de idade e plantada no espaçamento 4,0 x 1,5m, o número de ramos plagiotrópicos diminuiu ligeiramente à medida que aumentou de uma até quatro o número plantas por cova. Contudo, o plantio de uma ou duas mudas simples por cova não influenciou o número de ramos plagiotrópicos (ALMEIDA & MATIELLO, 1980).

O número de ramos plagiotrópicos na Catuaí aumentou linearmente com a diminuição do espaçamento entre as linhas (RENA et al., 1996), mas não foi alterado pelo espaçamento entre as plantas na fileira (MIGUEL et al., 1987, RENA et al., 1996). Já foi citado que o número de ramos plagiotrópicos no Catuaí/44 não é muito influenciado pelo espaçamento entre as linhas e que a proporção de ramos secos ou improdutivos cresce nos espaçamentos muito abertos ou muito fechados (MATIELLO et al., 1999).

2.5.3.5. Área foliar

Um fator a considerar em uma cultura é a quantidade de folhas necessárias durante o ciclo para satisfazer a demanda variável das partes em crescimento (HUXLEY & CANNEL, 1968). No cafeeiro, a obtenção de frutos granados é inversamente proporcional ao índice de desfolha, ocorrendo à redução do número de frutos na passagem da fase de chumbinho para a de verde aguado (ALMEIDA et al., 1976).



No cafeeiro Caturra, o aumento na porcentagem da queda de frutos foi significativo para a diminuição da distância entre as plantas de 1,0 até 0,20m na linha de plantio. A explicação recaiu na maior escassez de carboidratos em plantas estabelecidas nas menores distâncias em decorrência da diminuição da área foliar com o aumento da densidade da plantação (CORTES, 1985).

O cafeeiro Caturra tem um incremento da área foliar com o aumento do distanciamento entre as plantas (HUERTA & ALVIN, 1962, VALÊNCIA, 1973b, RIVERA, 1993) e o que também se observou na Mundo Novo estudada até 5000 plantas por hectare e aos 14 anos de idade (CARVALHO & SOUZA, 1980).

A área foliar não apresenta grande variação aos dois anos de idade para aumentos na população do Mundindu, Catucaí e Icatu, a qual diminui, e mais acentuadamente para o Icatu, apenas na população de 40000 plantas por hectare, indicando não ocorrer fechamento precoce das ruas (SANTINATO et al., 1994). As plantas de café nas populações de 2500 a 10000 plantas por hectare não competem por luz até três anos após o plantio (VALÊNCIA, 1973b) e as maiores produções estão relacionadas a um IAF entre 7,97 a 10 (HUERTA & ALVIN, 1962, VALÊNCIA, 1973b).

Esses valores foram alcançados com as populações de 10000 e 5000 plantas por hectare respectivamente, aos três e quatro anos de idade (VALÊNCIA, 1973b). O efeito do incremento da densidade de plantio sobre os índices de crescimento e desenvolvimento das plantas é, de forma geral, à obtenção de plantas individualmente menos desenvolvidas, com menor área foliar e produção de massa seca. Contudo, a produção de massa seca.ha⁻¹ e o IAF, que são indicadores do crescimento vegetal na área plantada, são muito superiores nas altas densidades (RIVERA, 1993).



Cita-se ainda que muitos nós sem folhas não florescem, apesar de haver gemas florais diferenciadas (RENA & MAESTRI, 1987).

2.6. Ajuste do espaçamento

Os critérios que possibilitam ajustar as densidades de plantio, levando em conta os fatores que interferem no desenvolvimento da planta foram definidos apenas recentemente (ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1993), podendo ser citados: altitude, variedade, nutrição das plantas, condições edafoclimáticas, nível tecnológico e capacidade de investimento (ANDROCIOLI FILHO, 1994).

As formas adotadas para recomendação de espaçamento na cultura do café, até recentemente, não levavam em consideração os fatores mencionados, geralmente indicando espaçamentos iguais para condições diferentes (ANDROCIOLI FILHO, 1996).

A definição da distância entre as linhas da cultura pode ser conseguida com a aplicação da fórmula matemática $E = D + L$, onde E é o espaçamento entre as linhas, D é o diâmetro da copa do cafeeiro e L é o espaço livre desejado pelo produtor para manejo da lavoura e, $E = D \cdot 3,6^{-1}$ ou $E = (D \cdot 3,6^{-1}) \cdot 2$ é a distância entre cafeeiros para uma e duas plantas por cova, respectivamente (ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1993).

2.7. Fisiologia do cafeeiro adensado

O cafeeiro deve ser considerado uma fábrica que converte água, dióxido de carbono e energia luminosa em carboidratos, sendo que uma parte é usada para a produção de sementes (RENA et al., 1998).



O cafeeiro produz lenho novo em um ano e os frutos se formam, nesses ramos, no ano seguinte. A parte da planta que produziu passa, assim, em condições normais a constituir um lenho improdutivo (CARVALHO, 1959). Assim, a planta realiza duas funções distintas simultaneamente, a da produção para a safra em curso e a produção de folhagem para a safra vindoura (GATHAARA, 1996, CAMARGO, 1998). O número potencial de pontos de frutificação na planta de café em um ciclo é uma consequência do crescimento vegetativo feito no ciclo anterior (HUXLEY & CANNEL, 1968).

2.7.1. Componentes da produção

A produção de frutos por planta é definida pelo número de ramos produtivos formados e pelos números de nós frutíferos por ramo produtivo, de inflorescências por nó frutífero e de flores por inflorescência e por outros fatores que possam afetar a frutificação (HUXLEY & CANNEL, 1968).

A produção (p) de cada planta também pode ser representada pela equação: $p=r*n*f*s$, significando “ r ” o número de ramos produtivos, “ n ” o número de nós frutíferos em cada ramo, “ f ” o número de frutos por nó e “ s ” o peso de sementes por fruto (ANDROCIOLI FILHO, 1996).

2.7.2. Ação da luz

Café ao sol produz mais gemas florais do que a sombra. Essa diferença pode ser atribuída a uma razão C/N provavelmente mais alta ao sol, enquanto o efeito inibidor do



sombreamento na formação das gemas florais pode ser devido ao maior nível de giberelinas à sombra (RENA & MAESTRI, 1987).

A iniciação floral no cafeeiro é menor sob forte sombreamento que a meia luz ou total exposição dos ramos (HUXLEY & CANELL, 1968) e o florescimento é mais intenso sob 18 horas de luz do que na luz normal (MEDINA FILHO et al., 1975).

É relatado que os ramos inferiores do cafeeiro, além de não florescerem, perdem vigor e folhagem e em muitos casos secam pela autosombra das plantas (URIBE & MESTRE, 1980).

As plantas de café mostraram-se mais altas, com maior número de ramos laterais e maior número de folhas quando submetidas a 18 horas de fotoperíodo, havendo diferenças nas intensidades de resposta entre cultivares (MEDINA FILHO et al., 1975).

O cafeeiro submetido a diferentes intensidades luminosas diminuiu a massa foliar específica e o número de estômatos por unidade foliar para a diminuição dos níveis de luz (VOLTAN et al., 1992).

Considera-se que o autosombreamento e a diminuição de horas de luz solar faz menor a intensidade do processo fotossintético, reduzindo o crescimento vegetativo, pelo que, a formação de novas folhas não é suficientemente abundante para substituir aquelas perdidas por colheita e por deficiências nutricionais (VALÊNCIA, 1973b).

Uma estrutura adensada do dossel é indesejável do ponto de vista de iniciação floral (HUXLEY & CANNEL, 1968). Contudo, o plantio mais denso das plantas minimiza a perda de energia luminosa, resultando em maior produção de matéria seca (NJOROJE et al., 1992).



A população de 9000 cafeeiros por hectare permite distribuição da luz em que as folhas, mesmo as mais baixas, recebem radiação fotossinteticamente ativa superior a $300 \text{ E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, que está muito próxima da intensidade ótima de luz para a fotossíntese (KUMAR, 1978).

O café submetido a diferentes intensidades luminosas mostrou ser sensível a diminuição dos níveis de luz, diminuindo a massa foliar específica e o número de estômatos por unidade foliar (VOLTAN et al., 1992).

A distribuição da radiação fotossinteticamente ativa, que diminui no meio e na base do dossel conforme o aumento da densidade de plantio de 1322 até 6012 plantas por hectare em cafeeiro de porte alto, parece ser a principal influência na produção e no parcelamento da matéria seca e a produção de frutos segue a sua distribuição, concentrando-se na parte superior das plantas (GATHAARA & KIARA, 1984).

O número de nós produtivos, de frutos por nó e de frutos por ramo primário diminui, em cafeeiro de porte alto, com o aumento da densidade de plantio, atribuindo-se o resultado ao sombreamento, pois no topo do dossel o número de nós por ramo primário aumenta com a densidade (GATHAARA & KIARA, 1985). A concentração dos frutos na parte superior dos cafeeiros e a diminuição da produção por planta também tem sido atribuída a competição da luminosidade em cafeeiros estudados nas densidades de 2500, 5000 e 10000 plantas por hectare posto que, água e nutrientes os cafeeiros tiveram em abundância (URIBE & MESTRE, 1980).

2.7.3. Ação da água

O florescimento principal do café se dá entre setembro e outubro e o período de granação ocorrerá no primeiro trimestre do ano vindouro (MIGUEL et al., 1993, CAMARGO, 1998). A seca é necessária para as gemas floríferas emergirem completamente da dormência assim que o regime hídrico é restabelecido (FISHER & BROWNING, 1978).

Nas regiões com períodos secos alternados as floradas verificam-se logo após as primeiras chuvas da estação (RENA & MAESTRI, 1987, CAMARGO, 1998) e o número de florescimentos parece ser menos freqüente quando a estiagem se prolonga até setembro e mais numeroso quando a estação chuvosa se inicia mais cedo (CARVALHO et al., 1991). As floradas na maioria das regiões cafeeiras coincidem com o início do rápido crescimento vegetativo ou ocorrem durante a estação de máximo crescimento. A deficiência de água ou seca predispõem os cafeeiros à atrofia das flores, mas o excesso de chuvas também tem sido mencionado como fator que induz a anomalias (RENA & MAESTRI, 1987).

No café arábica e no Conillon, chuvas insuficientes, entre 3-8mm, provocam o crescimento inicial dos botões florais que a seguir secam e abortam sem abrir (MATIELLO et al., 1995b). A baixa freqüência de chuvas nas fases de florescimento e chumbinho (out-nov-dez) associa-se diminuição na produção como também, a ocorrência de chuvas muito freqüentes na época de florescimento e início da formação de grãos é prejudicial à produção do cafeeiro. No início da formação dos grãos foi caracterizado um forte efeito negativo proveniente das médias absolutas das temperaturas máximas do ar relacionado com o pegamento das flores e dos frutos. O manejo adequado da irrigação pode induzir a ocorrência do florescimento em período de temperatura mais amena e favorável. A seleção do local do

plantio e do material genético também deve ser usada para minimizar efeitos adversos dos fatores (ARRUDA et al., 1999).

A granação dos frutos sempre é perfeita se houver umidade suficiente no período 80-100 dias pós-florada (MATIELLO et al., 1995a, b). O crescimento e o tamanho final do fruto depende acentuadamente da chuva caída 10 a 17 semanas após o florescimento. O período corresponde à fase de expansão rápida do fruto, ao final do qual ocorre endurecimento do endocarpo. A expansão celular que delimita o tamanho da semente, e que caracteriza esta fase é sensível à deficiência hídrica (RENA e MAESTRI, 1987). Se neste período ocorrer um “veranico” pronunciado, estendendo-se por 15 a 30 dias, certamente haverá um índice de “chochos” mais elevados, com reflexos no rendimento do café (MIGUEL et al., 1993).

A suspensão da irrigação por 30 dias em períodos compreendidos ente a 10^a e 20^a semanas após a florada, afetou o desenvolvimento do fruto do café, sendo mais crítico entre 90 e 120 dias após o florescimento (MIGUEL et al., 1976).

O aumento da precipitação pluvial no trimestre jan-fev-mar, coincidente com as fases de máxima vegetação (produção do ano seguinte) e granação (produção do ano), coincide com aumentos na produção (ARRUDA et al., 1999).

Rendimentos de café inferiores ao normal, a formação de grãos negros e a queda de frutos verdes de café tem como possíveis causas chuvas tardias e quedas anormais de temperatura, “déficit” agudo de carboidratos, fatores ambientais e desequilíbrios na adubação e falta de umidade na época da formação do endosperma e superprodução (VALÊNCIA, 1972, citado por MIGUEL et al., 1976). No cafeeiro Caturra, a formação de grãos negros e a queda de frutos verdes são de caráter fisiológico, provocado por falta de água no cafeeiro no período

entre 13 e 17 semanas depois da floração, o que provavelmente conduz a uma alteração no metabolismo de carboidratos ou a um déficit desses compostos na planta, no período (VALÊNCIA, 1973a, citado por MIGUEL et al., 1976). O mesmo autor cita que a supressão de água após o florescimento mostrou que frutos de café no estágio de cereja e que boiavam apresentavam o pergaminho já formado, mas com a parte interna completamente enegrecida, o endosperma com desenvolvimento apenas parcial em ambas as lojas ou uma semente normal e a outra completamente negra e que, quanto maior a deterioração do endosperma, mais facilmente os frutos flutuavam.

A deficiência hídrica em janeiro afetou significativamente o rendimento do café Catuaí Amarelo LCH 2077-2-5-86 com gasto de 52% a mais de café cereja para produzir a mesma quantidade de café beneficiado. O peso da semente no tratamento sem suprimento de água no período entre a 12^a e 16^a semana após a florada foi de 57% quando comparado com o tratamento irrigado ininterruptamente durante 28 semanas. As dimensões dos grãos, tanto na largura, quanto no comprimento, foram sensivelmente reduzidas nos tratamentos com falta de água, principalmente quando esta ocorreu entre 90 e 120 dias após o florescimento (MIGUEL et al., 1993).

O balanço hídrico é um artifício que auxilia no entendimento e explicação de distúrbios ocorridos em anos atípicos. Saldos negativos entre a precipitação e evapotranspiração (E-EP) já foram relacionados a uma maior incidência de frutos “chochos” de café (prova de flutuação em água) entre 25 e 40%, dependendo da cultivar, valor que em anos normais é cerca de 10%, provocando queda no rendimento, além de comprometimento da qualidade. Os frutos apresentavam uma ou duas lojas vazias ou uma semente normal e outra pouco desenvolvida (FREIRE, 1984).



Ha indicações de que a deficiência hídrica causa maior redução da fotossíntese do que na transpiração. A fotossíntese na folha do café não é afetada por potenciais hídricos de até $-1,0$ MPa, reduzindo-se em apenas 25% quando o potencial cai para $-2,0$ MPa. Mesmo o solo estando na capacidade de campo, nas horas mais quentes do dia o potencial hídrico foliar pode alcançar valores próximos de $-1,5$ MPa, não diferindo do solo com 50% de água disponível. (RENA e MAESTRI, 1987)

A possibilidade do aumento do consumo da água é o principal fator limitante do sucesso do adensamento de plantio na cultura do café (HUXLEY & CANNEL, 1968). Densidades de cafeeiros maiores que a convencional podem aumentar o uso da água por unidade de área (DAAG, 1969, citado por FISHER & BROWNING, 1978) devendo-se na recomendação ter cautela, principalmente para locais de pouca precipitação pluvial., (MITCHELL, 1976, citado por FISHER & BROWNING, 1978) e considerar que com o envelhecimento das plantas a competição por água aumenta, resultando em menores colheitas (KIARA & STOLZI, 1985).

O potencial hídrico tem sido estudado em cafeeiros sob diferentes espaçamentos (FISHER & BROWNING, 1978, 1979, GATHAARA & KIARA, 1984, KIARA & STOLZI, 1985), encontrando-se os mais altos valores, na variedade SL28, de porte alto, nas faixas das densidades medianas entre 5000 e 20000 plantas por hectare e os de menor valor nos extremos populacionais estudados (FISHER & BROWNING, 1978, 1979).

O nível de água na planta aumenta ou diminui conforme há troca na umidade do solo e o café SL28 plantado desde 1322 até 6610 plantas por hectare, não irrigado, já mostrou, em períodos secos, os menores potenciais hídricos nas mais altas densidades, restringindo o crescimento da planta em altura e diâmetro (KIARA & STOLZI, 1985).



Contudo, outros estudos relatam que nessas faixas de densidade (GATHAARA & KIARA, 1984) como com aquelas estudadas no cafeeiro SL 28 (FISHER & BROWNING, 1978, 1979), que a diminuição do potencial hídrico com o aumento da densidade de plantio não foi significativa.(FISHER & BROWNING, 1978, 1979, GATHAARA & KIARA, 1984).

O café SL28 irrigado já mostrou aumento linear do potencial de água na folha com a progressão da densidade de plantio de 1322 até 6012 plantas por hectare (GATHAARA & KIARA, 1984) e os valores mais altos foram encontrados nas populações com 8000 plantas por hectare sem irrigação (FISHER & BROWNING, 1978, 1979).

A transpiração do café Caturra com quatro anos de idade apresenta valores mais altos nos maiores espaçamentos, decrescendo com a diminuição da distância entre plantas (FISHER & BROWNING, 1978, LIBRAN et al., 1985) e a disponibilidade de água no solo é semelhante tanto no sistema convencional (1666 plantas.ha⁻¹), quanto no adensado (10000 plantas .ha⁻¹) (MIGUEL et al., 1995). A umidade relativa tende a aumentar com a densidade de plantio (GATHAARA & KIARA, 1984).

Tem-se observado que muitos nós sem folhas não florescem, apesar de possuírem gemas florais diferenciadas (RENA e MAESTRI, 1987). A maior intensidade de desfolha das plantas, em períodos de estiagem, já se observou com o aumento da densidade (MATIELLO et al., 1995a). No ano seguinte, o mesmo aconteceu nos menores espaçamentos, tendo como causa predominante o “estresse” causado pela maior produção individual dos cafeeiros (MATIELLO et al., 1996a).

Parece que a água não é um fator mais restritivo para a cultura do café no sistema adensado do que é para aquela estabelecida no espaçamento convencional (GATHAARA & KIARA, 1984) uma vez que a água usada por unidade de área não é alterada



com o emprego de maiores densidades de plantio do cafeeiro (FISHER & BROWNING, 1978, 1979, LIBRAN et al., 1985).

A menor transpiração devido ao autosombreamento das plantas, com provável menor temperatura do ar (LIBRAN et al., 1985) e a tendência para diminuir a velocidade do vento e a turbulência do ar, com a adoção de espaçamentos menores entre cafeeiros são fatores que concorrem para menores taxas de evapotranspiração (GATHAARA e KIARA, 1984).

Parece improvável que a rugosidade da cultura, possivelmente reduzida em plantios mais adensados possa afetar termo aerodinâmico da equação de Penman suficientemente para compensar o aumento no uso da água ocasionado pela maior cobertura. Não obstante, como já tem sido mostrado em vários casos, um aumento na cobertura pela cultura cerca de 50% não tem resultado na prática um aumento marcante no consumo da água (HUXLEY E CANNEL, 1968). O aumento da população não implica em maior consumo de água por unidade de área (LIBRAN et al., 1985).

2.8. Influência da densidade de plantio nas condições do solo e uso de fertilizantes

O aumento da densidade de plantio oferece maior proteção ao solo devido a maior cobertura proporcionada pelo próprio cafeeiro e pelo maior número de folhas que caem no chão, diminuindo a erosão, a temperatura do solo, a lixiviação, a volatilização, a evaporação da água e intensifica a reciclagem de nutrientes, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo, aumentando a estabilidade dos agregados, PH, cálcio, magnésio e



potássio, diminuindo o alumínio trocável (SIQUEIRA et al., 1990, PAVAN et al., 1991, BARROS et al., 1999c, PAVAN et al., 1999).

Além disso, a manutenção da umidade nas camadas superficiais e a maior quantidade de raízes com melhor distribuição por volume de solo, contribuem para aumentar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, quando se aumenta a densidade de plantio (ANDROCIOLI FILHO, 1996).

O aumento da densidade populacional de 5000 para 10000 plantas por hectare originou maior quantidade de raízes o que, possibilitando melhor exploração do solo, elevou o aproveitamento do nitrogênio aplicado de 55 % para 71%, respectivamente da menor para maior densidade (RIVERA, 1993).

Em função da maior eficiência no uso de fertilizantes nos plantios adensados, relacionados às melhorias no solo e no sistema radicular, maior produção tem sido verificada com dosagens médias de fertilizantes químicos na população de 6667 plantas por hectare que com altas dosagens de fertilizantes e populações de 3333 e 2222 plantas por hectare (PAVAN et al., 1991, 1994). O plantio de café em altas densidades é uma alternativa para melhorar a fertilidade do solo (PAVAN et al., 1999).

na Cwa, segundo a classificação de Kiersey, com
inversos e vários outros (MILLER et al., 1964).

Tabela 1. Características químicas do solo na profundidade 0-20cm do local da
experimentação.

MO	Pb	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	q
g dm ⁻³	cm ³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
14,0	5,1	3,0	1,9	13,0	7,0	18,0	21,9	30,0	54,0

3.2. Período de execução

O experimento foi instalado em 30 e 31 de maio de 1995 e a primeira das coletas realizadas ocorreu em 14 de abril de 1997 e a última em 20 de junho de 2000.

3.3. Cultivares estudadas

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, clima e solo

O experimento foi instalado na área do Núcleo de Agronomia da Alta Paulista, do Instituto Agronômico, localizado no município de Adamantina, região da Nova Alta Paulista, latitude $21^{\circ} 42' S$ e longitude $51^{\circ} 08' W$, com altitude de 453m (CAVICHOLI, 1998), em um solo Latossolo Vermelho Escuro, eutrófico A moderado, textura média (PRADO et al., sd), clima Cwa, segundo a classificação de Köppen, com inverno seco e verão quente (MELLO et al., 1994).

Tabela 1. Características químicas do solo na profundidade 0-20cm do local da experimentação.

M.O.	Ph CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
g.dm ³		mg.dm ³			mmolc.dm ³				%
14,0	5,1	3,0	1,9	13,0	7,0	18,0	21,9	39,9	54,9

3.2. Período de execução

O experimento foi instalado em 30 e 31 de maio de 1995 e a primeira das colheitas realizadas ocorreu em 14 de abril de 1997 e a última em 20 de junho de 2000.

3.3. Cultivares estudadas

As cultivares estudadas foram a Catuaí Amarelo (IAC 47) e a Obatã (IAC 1669-20), de porte baixo, e a Acaiaí (IAC 474-19) e o híbrido Icatu Amarelo (IAC 2944), de porte alto.

3.3.1. Características das cultivares utilizadas no trabalho

3.3.1.1. Catuaí Amarelo (IAC 47)

A cultivar Catuaí Amarelo foi obtida pela transferência dos alelos **Ct** e **Xc** para o Mundo Novo. Usaram-se, na hibridação, cafeeiros selecionados de Caturra Amarelo (**CtCt₁x₂cxc**), prefixo C 476-11 e de Mundo Novo (**ctctXcXc**), de prefixo CP 374-19. A hibridação foi realizada em 1949 pela Seção de Genética do Instituto Agrônômico (IAC) e o híbrido recebeu o prefixo H 2077. Na população F₃ (IAC CH 2077-2-5) obtiveram-se cafeeiros homozigotos (**CtCt₁x₂cxc**) e com o vigor da Mundo Novo. Também na população F₃ (IAC CH 2077-2-12) obtiveram-se plantas semelhantes. Deu-se a denominação de “Catuaí



Amarelo” a essa combinação do tipo Mundo Novo, porém com porte menor (tipo Caturra) e frutos de exocarpo amarelo (CARVALHO & MÔNACO, 1972, citado por FAZUOLI, 1996).

As diferentes linhagens de Catuaí Amarelo apresentam produtividade entre 1500 a 3000 kg de café beneficiado por hectare e suscetibilidade ao agente da ferrugem. Merece citação a presença de internódios curtos, ramificação secundária abundante, maturação média a tardia, peneira média em torno de 16, alta produção nas primeiras colheitas, necessitando cuidados especiais na adubação (CASTRO & FURLANI, JR, 1997).

3.3.1.2. Obatã (IAC 1669-20)

A Obatã (IAC 1669-20) é derivada do cruzamento de “Villa Sarchi” com o “Híbrido de Timor” (CARVALHO et al., 1989a, citado por FAZUOLI, 1996) e, aparentemente, tem um cruzamento natural com a “Catuaí Vermelho” (FAZUOLI, 1996), apresenta boa produtividade (COSTA et al., 1983 citado por FAZUOLI, 1996), bom vigor e é resistente ao agente da ferrugem. A cultivar é de porte baixo, internódios curtos, folhas largas e cor verde nas novas, frutos grandes e vermelhos. A maturação tardia, a altura e o diâmetro da copa são semelhantes ao Catuaí Vermelho. Exigente quanto à fertilidade do solo é indicada preferencialmente para plantios adensados ou em renque (FAZUOLI, 1996).

3.3.1.3. Acaiá (IAC 474-19)

A cultivar Acaiá originou-se a partir de uma seleção de Mundo Novo de *Coffea arabica* (CP 474). O nome Acaiá significa, em guarani, frutos com sementes grandes, o



que caracteriza essa cultivar. É provável que as sementes maiores da Acaiá tenham provindo do café Sumatra, que participou da origem do Mundo Novo. Na progênie P 474, obtiveram-se sementes maiores, de peneira média um ponto a mais que as principais seleções de Mundo Novo. Os descendentes dessa progênie constituem a cultivar Acaiá. Os cafeeiros Acaiá dão boa produção de café beneficiado e são rústicos. A altura média das plantas adultas é superior aos cafeeiros das linhagens de Mundo Novo e o diâmetro médio da copa é menor. Um ponto importante que ocorre na Acaiá é a uniformidade de maturação dos frutos, principalmente nas primeiras colheitas, o que a recomenda para o plantio adensado (FAZUOLI, 1996). Em plantios adensados consegue-se produções entre 2000 e 3000 kg por hectare de café beneficiado (FAZUOLI, 1996, CASTRO & FURLANI JR., 1997). A altura exagerada da Acaiá pode ser minimizada com podas herbáceas na altura de 1,5 a 1,8m, mantendo-se as plantas com a altura média de 2,0 metros (FAZUOLI, 1996).

As principais linhagens da Acaiá, entre elas a MP 474-19, têm boa capacidade de adaptação às principais regiões cafeeiras do Brasil, e podem ser indicadas para o plantio de lavouras adensadas. O espaçamento de 2,0 x 0,5m tem sido muito utilizado em plantios adensados e 4,0 x 0,5m, em plantios que permitem a mecanização, com adensamento dentro da linha (FAZUOLI, 1996).

3.3.1.4. Icatu (IAC 2944)

Cruzamento entre *Coffea canephora* cv Robusta (tetraplóide) e *Coffea arabica* cv Bourbon Vermelho e sucessivos retrocruzamentos com *Coffea arabica* cv Mundo Novo, originaram a cultivar Icatu Vermelho, de porte alto, rústica, produtiva e com resistência



específica e não específica ao agente da ferrugem, o que é de bastante interesse para uma planta perene como o cafeeiro. As cultivares Icatu Amarelo e Icatu Precoce foram obtidas do cruzamento natural da Icatu Vermelho com a Bourbon Amarelo (MÔNACO & CARVALHO, 1975, CARVALHO et al., 1989b, FAZUOLI, 1986, 1991 citado por FAZUOLI 1996). Espera-se que a Icatu Vermelho, Icatu Amarelo e a Icatu Precoce possam ser cultivadas em todas as regiões cafeeiras do Brasil. O adensamento na Icatu deve ser mais ameno, devido ao elevado vigor, rusticidade e maior altura e diâmetro da copa. O espaçamento entre as linhas não deverá ser menor que 2,5m e a distância entre as plantas na linha de 0,8 a 1,0m. A linhagem de Icatu Amarelo IAC 2944 tem maturação precoce (FAZUOLI, 1996). A produtividade esperada da Icatu Amarelo está entre 1550 e 3000 kg de café beneficiado por hectare (CASTRO & FURLANI JR, 1997).

3.4. Delineamento experimental e dimensão das parcelas

3.4.1. Preparo do solo

Adotou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso com três repetições, esquema fatorial com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram às populações e as subparcelas as cultivares. As populações de café de 2500, 5000, 7519 e 10000 plantas por hectare foram estabelecidas em linhas de cafeeiros espaçadas respectivamente, por 4,0, 2,0, 1,33 e 1,0m e em covas, com uma planta cada, separadas por 1,0m na linha de plantio. Estudou-se um tratamento adicional com a população de 2500 plantas por hectare onde as covas, distanciadas nas linhas de plantio por 2,0m, receberam duas mudas de café e totalizaram 1250 covas por hectare.

As covas para o plantio foram feitas manualmente com o uso de enxada e com as dimensões de 0,40 x 0,40m e com 0,30 m de profundidade. Os adibos foram



As subparcelas contavam com bordadura e tinham as dimensões de 16,0m de largura e 8,0m de comprimento e com área útil entre 32m², para a população de 2500 plantas por hectare disposta em covas com duas plantas, até 55m² para a população de 10000 plantas por hectare. O experimento teve a área total de 6265,2 m² e 2762,4 m² de área útil.

3.5. Adução

3.5. Preparo das mudas

A adubação de plantio consistiu da aplicação de 77g de P₂O₅, 11,6 g de K₂O por cova e 50g de N. A semeadura foi realizada em germinadores de areia em 31 de agosto de 1994 e repicadas em 25 de novembro do mesmo ano para recipientes que continham substrato formado a partir da mistura de 1000 l de terra peneirada, 300 l de esterco de curral, 2,5 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio.

3.6. Preparo do solo

O capim braquiária (*Brachiaria plantaginea* L.) constituía a vegetação que ocupava o terreno da experimentação, que estava em pousio, foi roçada e posteriormente incorporada através da aplicação de uma aração e duas gradagens aplicadas com uma semana de intervalo, sendo a última no dia anterior ao plantio.

3.7. Plantio

As covas para o plantio foram feitas manualmente com o uso de cavadeira e com as dimensões de 0,40 x 0,40m e com 0,50 m de profundidade. Os adubos foram



misturados à terra retirada que retornou ao local original de cada cova, sendo compactada. Nos dias 30 e 31 de maio de 1995 realizou-se o plantio das mudas de café que possuíam em média seis pares de folhas.

3.8. Adubações

A adubação de plantio constou da aplicação de 27g de P_2O_5 , 11,6 g de K_2O por cova e 50g de calcário. Após o pegamento das mudas e no período de setembro a março foram aplicados em cobertura 16 g de N por cova. As adubações minerais de formação e de produção foram realizadas, seguindo as recomendações de RAIJ et al. (1997), no período de outubro a abril.

3.9. Controle fitossanitário

O controle fitossanitário foi realizado para o controle do bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella* Guérin & Mènevill), ácaro vermelho (*Oligonychus (O) ilicis* Mc Gregor) e ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk et Br), usando-se ingredientes ativos recomendados para a cultura e aplicados igualmente em todos os tratamentos.

3.10. Variáveis avaliadas

No período experimental avaliou-se a altura, a altura da inserção dos primeiros ramos, o diâmetro da copa, o diâmetro do caule e a produção dos cafeeiros de cada um dos tratamentos. As colheitas foram efetuadas no período de março a agosto e os dados



biométricos obtidos em outubro de 1996, fevereiro de 1997 e de 1998, junho de 1999 e janeiro de 2000 em quatro plantas marcadas na área útil das parcelas. O diâmetro do caule foi obtido em 1999 e 2000 e a altura da inserção dos primeiros ramos somente em 2000.

3.10.1. Produtividade e produção por planta

A produção de café foi obtida a partir da colheita dos frutos das plantas das áreas úteis das parcelas. Os frutos foram colhidos no estágio de desenvolvimento desde verde amarelado até passa, estando a grande maioria no estágio de cereja. Anualmente, no momento da primeira colheita de cada subparcela, coletou-se uma amostra de 3,0 kg de frutos que foi seca e beneficiada e a partir da qual calculou-se o rendimento que foi utilizado como base para o cálculo de café beneficiado por tratamento.

3.10.2. Altura das plantas

A altura das plantas foi medida, fazendo-se uso de uma régua topográfica colocada paralelamente ao caule do cafeeiro e limitando-a transversalmente com uma haste no topo do dossel.

3.10.3. Altura da inserção dos primeiros ramos

A altura da inserção do primeiro ramo obteve-se com uma fita métrica, tomando-se como ponto inicial à interface do caule com o solo.



3.10.4. Diâmetro da base da copa

As leituras do diâmetro da base da copa foram efetuadas, estendendo-se uma fita métrica da base até a projeção no solo do ponto de inserção do primeiro par de folhas presentes no ápice de cada unidade do primeiro par de ramos opostos dos cafeeiros.

3.10.5. Diâmetro do caule

O diâmetro do caule foi obtido nos anos 1999 e 2000 com um paquímetro e a altura de 0,40m do solo aferida com uma régua plástica.

3.11. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F para a verificação de diferenças significativas entre as densidades de plantio, as cultivares e os contrastes ortogonais dos tratamentos com 2500 plantas por hectare e dos grupos de cultivares de porte alto e porte baixo (Tabela1) e, para as variáveis com F significativo, realizou-se o estudo de regressão para as densidades de plantio e utilizou-se o teste de Tukey para a comparação das médias das cultivares, conforme os procedimentos descritos em GOMES (1978) e utilizando-se o programa estatístico SAS.



Tabela 2. Quadro da análise de variância aplicada aos dados das variáveis estudadas no experimento.

C.V.	G.L.		E (Q.M.)	F
População (P)	(I - 1)	(F)	$\sigma^2 + \Phi_1 + \sigma_{tb}^2 + \Phi_2 \sum_i t_i^2$	QM(P)/QMR(A)
Contraste (Cp) (4x2x2) vs (4x1x1)	(N-1)			QM(Cp)/QMR(A)
Blocos	(J - 1)	(A)		
Resíduo (A)	(I - 1) (J - 1)	(A)	$\Sigma^2 + \Phi_1 + \sigma_{tb}^2$	
Parcelas	(IJ - 1)			
Cultivar (C)	(K - 1)	(F)	$\sigma^2 + \Phi_3 \sum_k t_k^2$	QM(C)/QMR(B)
Contraste (Cc) (Porte alto) vs (Porte baixo)	(N-1)			QM(Cc)/(QMR(B)
P x C	(I - 1) (K - 1)	(F)	$\sigma^2 + \Phi_4 \sum_{i,k} (t_{i,k})^2$	QM(P x C)/QMR (B)
Resíduo (B)	I (J - 1) (K - 1)	(A)	σ^2	
Total	(IKJ-1)			

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Altura das plantas

A altura média das cultivares em cada uma das populações estudadas e nos anos da experimentação encontra-se na Tabela 3. Nas avaliações efetuadas, a altura dos cafeeiros aumentou com o incremento da população, sendo significativas ($P < 0,05$) em 1997 e 1998 e ($P < 0,001$) em 1999 e 2000 as diferenças encontradas entre as densidades. A análise de regressão para a altura relacionada à população de plantas de café foi significativa ($P < 0,01$) em 1997 e 1998 ao nível de 1º grau, em 1999 até ao nível de 4º grau e em 2000 ao nível de 2º grau.

O contraste entre as alturas das populações de 2500 plantas estabelecidas nos espaçamentos 4,0 x 1,0m com uma planta por cova e 4,0 x 2,0m com duas plantas por covas foi significativo ($P < 0,01$) apenas em 1999 e 2000, encontrando-se os maiores valores para a disposição com duas plantas na cova de plantio.



As cultivares diferiram significativamente ($P<0,01$) entre si na altura em todos os momentos de avaliação (Tabela 4), quando, característica e significativamente ($P<0,01$), o grupo constituído pelos cafeeiros de porte alto apresentou maior altura que o de porte baixo. No grupo de cafeeiros de porte alto, a partir de 1998, a Acaiá apresentou maior altura que a Icatu e, no grupo de porte baixo, em 1999 e 2000, a Catuaí mostrou-se mais alta que a Obatã.

A interação entre os fatores população e cultivar foi significativa ($P<0,01$) somente em 1999 (Tabela 5). O estudo de regressão da população dentro das cultivares mostrou significância até o 4º grau ($P<0,05$) para as cultivares de porte alto e linear ($P<0,01$) para as de porte baixo.

O comportamento de cada uma das cultivares nas diferentes populações de plantio estão representadas nas Figuras 1, 2, 3 e 4 respectivamente, para a Acaiá, Catuaí, Icatu e Obatã, podendo-se observar que todas as cultivares mostraram maior altura para o aumento na densidade de plantio. O menor crescimento anual para todas as cultivares ocorreu no período compreendido entre a avaliação de 1999 e a de 2000.

O maior crescimento dos cafeeiros em resposta ao aumento da população corrobora, de modo geral, as informações de outros autores para cultivares de porte baixo (SERA et al., 1975, NJOROJE et al., 1992, RENA et al., 1994, SANTINATO et al., 1994, MATIELLO et al., 1999) ou cultivares de porte alto (SERA et al., 1975, CARVALHO & SOUZA, 1980, SANTINATO et al., 1994).

Tabela 3. Altura das plantas de diferentes populações de cafeeiros e em cada ano do período experimental.

População	1997	1998	1999	2000
Plantas.ha ⁻¹	cm			
2500 ⁽¹⁾	112,07	154,27	182,31	193,16
2500 ⁽²⁾	113,54	154,18	175,47	184,20
5000	112,24	160,82	197,05	202,33
7519	118,05	162,27	201,55	208,46
10000	120,44	166,80	215,13	220,89
F	4,96*	5,39*	58,28**	17,70**
F ^(1,2)	0,25ns	> 0,00 ns	4,26*	5,22*
F ^(RL)	15,76**	20,05**	197,61**	56,69**
F ^(RQ)	1,99 ns	0,21 ns	9,48*	6,04*
F ^(R3 G)	0,01 ns	0,24 ns	8,80*	3,85 ns
F ^(R4G)	2,08 ns	1,06 ns	17,24**	4,20 ns
CV (%)	5,09	5,08	3,68	5,75

⁽¹⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

⁽²⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1m.

^(RL) Regressão linear

^(RQ) Regressão quadrática

^(R3G) Regressão de 3^o grau

^(R4G) Regressão de 4^o grau

ns – Não significativo

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 4. Altura de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.

Cultivar	1997	1998	1999	2000
	cm ⁽¹⁾			
Acaiá	133,94 a	188,48 a	234,53 a	244,33 a
Catuaí Amarelo	101,89 b	138,27 c	169,78 c	176,40 c
Icatu Amarelo	128,96 a	179,13 b	216,38 b	225,10 b
Obatã	96,28 b	132,80 c	156,51 d	161,40 d
F cultivar	102,54**	138,62**	312,77**	250,40**
Porte alto ⁽²⁾	128,45	183,81	225,46	234,7
Porte baixo ⁽³⁾	99,08	135,54	163,15	168,9
F porte	299,56**	405,65**	880,97**	702,93**
CV (%)	6,28	5,81	4,18	4,76

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

⁽²⁾ Média da produção conjunta das cultivares Acaiá e Icatu Amarelo.

⁽³⁾ Média da produção conjunta das cultivares Catuaí Amarelo e Obatã.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 5. Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável altura da planta em cada ano do período experimental.

Ano	Pop x cult	Cultivar	Pop d. cult	RL	RQ	R3G	R4G
	F				F		
1997	0,38ns	-	-	-	-	-	-
1998	0,44ns	-	-	-	-	-	-
1999	2,90**	Acaiá	22,90**	77,79**	1,02 ns	5,28*	7,52*
		Catuaí	5,55**	19,10**	2,56 ns	0,04 ns	0,51 ns
		Icatu	21,95**	68,35**	8,57**	4,16 ns	6,73*
		Obatã	3,34*	10,61**	0,02 ns	1,17 ns	1,56 ns
2000	1,72ns	-	-	-	-	-	-

RL – Regressão linear.

RQ – Regressão quadrática.

R3G – Regressão de 3º grau.

R4G – Regressão de 4º grau.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os valores encontrados para as cultivares Catuaí e Acaiá (Tabela 4) foram inferiores aos obtidos por COSTA et al. (1983 a, b), 1,90 e 2,59m, respectivamente para a média de linhagens de Catuaí e Mundo Novo submetidas à competição em Garça, na região da Alta Paulista. SERTÓRIO et al. (1997a), com a população de 3333 plantas por hectare, não encontraram diferenças até 54 meses de idade entre a altura das plantas da Icatu e da Mundo Novo, ambas maiores que a Catuaí, confirmando os resultados do contraste entre os grupos de cafeeiros de porte alto e porte baixo.

As diferenças observadas na altura da população de 2500 plantas por hectare no arranjo com uma e duas mudas por cova é concordante com os de SCARANARI & NOGUEIRA NETO (1963) que verificaram maior altura em cafeeiros estabelecidos em covas com duas plantas e distanciadas de 1,0m na linha de plantio. Contudo, esses autores não encontraram diferenças na altura de cafeeiros na população de 5000 plantas por hectare para covas distanciadas de 1,0m e duas plantas e aquelas separadas por 0,5m e uma planta. SANTINATO et al (1994) tendo como limite inferior à distância entre plantas na linha de 0,5m, concluíram após a primeira colheita que a altura aumenta também com o adensamento na linha de plantio. Neste estudo, as diferenças entre o número de plantas por cova e para a média das cultivares ensaiadas somente foram observadas após quatro anos do plantio (Tabela 3).

Embora seja conhecido o crescimento mais rápido dos cafeeiros na fase de formação, a menor taxa de crescimento entre 1999 e 2000 (Figuras 1, 2 3, 4), comparativamente aos anos anteriores, pode estar relacionada à prolongada estiagem ocorrida no período (Tabela 6).

Tabela 6. Temperatura média (Tmed), precipitação pluvial (Prec) e balanço hídrico (BH) mensal do local da experimentação no ano agrícola 1999-2000.

Mês	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
	1999				2000							
Tmed (°C)	24,0	25,2	24,7	26,8	27,2	26,4	25,8	24,1	21,1	22,4	17,6	22,3
Prec (mm)	36	12	50	244	90	196	277	34	24	14	41	71
BH (mm)	-58	-109	-70	0	-27	6	146	-18	-27	-48	0	-8

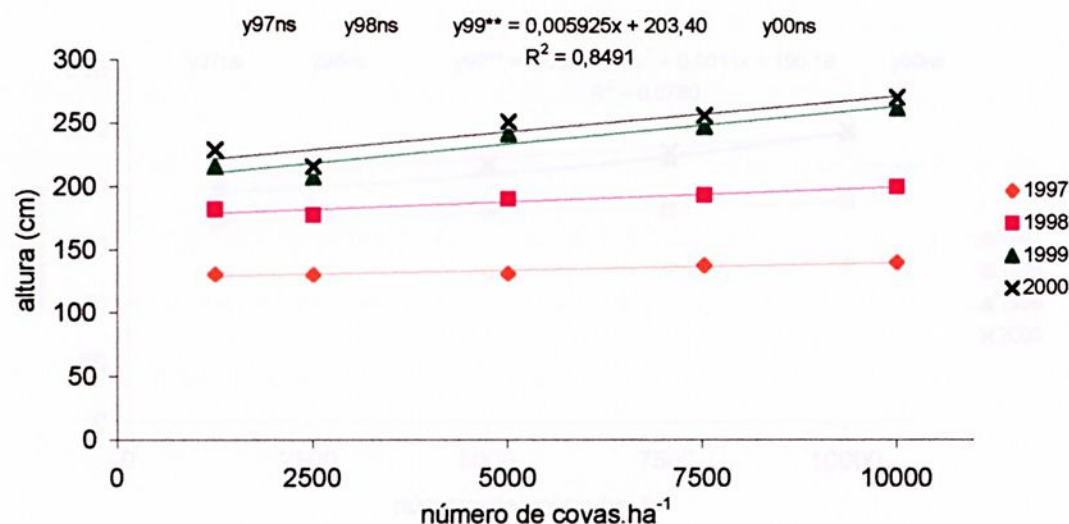


Figura 1. Altura da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

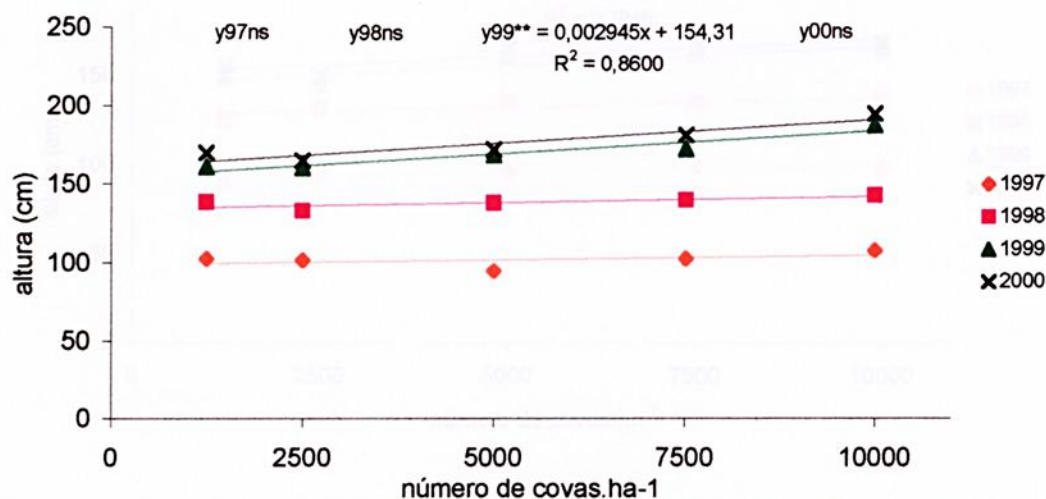


Figura 2. Altura da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

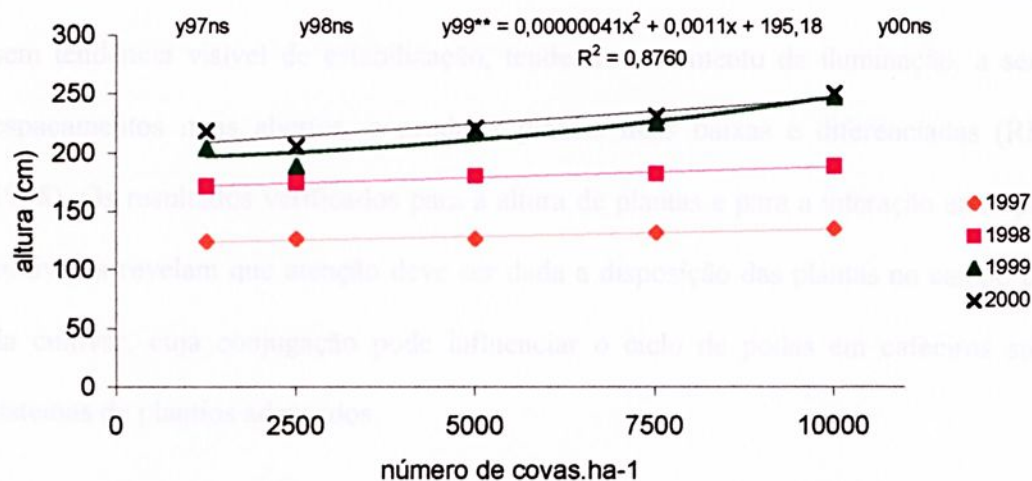


Figura 3. Altura da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

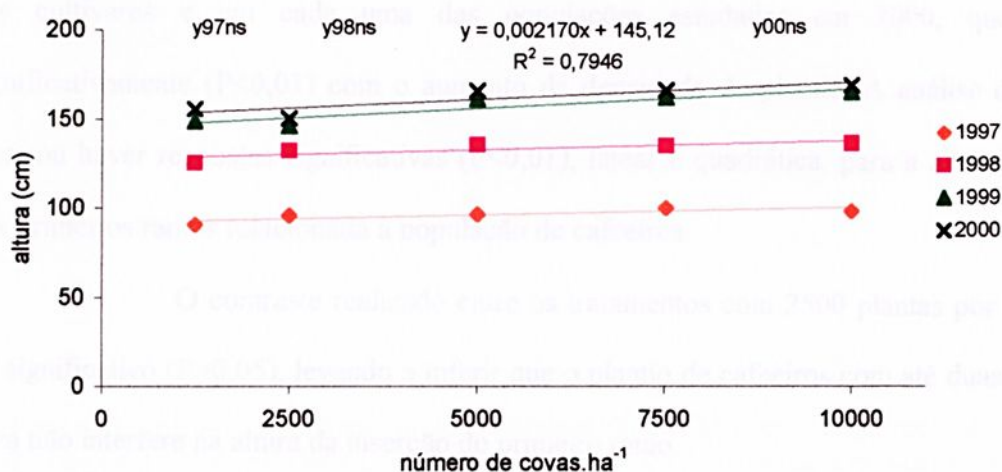


Figura 4. Altura da cultivar Obatã submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

A altura do cafeeiro aumenta com a idade e com decréscimo do espaçamento, sem tendência visível de estabilização, tendendo o aumento da iluminação, a ser obtido em espaçamentos mais abertos, a produzir plantas mais baixas e diferenciadas (RENA et al., 1998). Os resultados verificados para a altura de plantas e para a interação entre populações e cultivares revelam que atenção deve ser dada a disposição das plantas no campo e na escolha da cultivar, cuja conjugação pode influenciar o ciclo de podas em cafeeiros submetidos a sistemas de plantios adensados.

4.2. Altura da inserção do primeiro ramo

Na Tabela 7 encontra-se a altura da inserção do primeiro ramo vivo, média das cultivares e em cada uma das populações estudadas em 2000, que aumentou significativamente ($P < 0,01$) com o aumento da densidade de plantio. A análise de regressão mostrou haver respostas significativas ($P < 0,01$), linear e quadrática, para a altura da inserção dos primeiros ramos relacionada à população de cafeeiros.

O contraste realizado entre os tratamentos com 2500 plantas por hectare não foi significativo ($P > 0,05$), levando a inferir que o plantio de cafeeiros com até duas plantas por cova não interfere na altura da inserção do primeiro ramo.

Tabela 7. Altura da inserção do primeiro ramo vivo de cafeeiros com seis anos de idade sob diferentes densidades de plantio.

População	Altura
Plantas.ha ⁻¹	cm
2500 ⁽¹⁾	34,22
2500 ⁽²⁾	32,48
5000	32,25
7519	42,29
10000	47,63
F	31,07**
F ^(1,2)	0,42 ns
F ^(RL)	88,34**
F ^(RQ)	28,06**
F ^(R3 G)	2,54 ns
F ^(R4G)	5,31 ns
CV (%)	11,30

⁽¹⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

⁽²⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

(RL) Regressão linear.

(RQ) Regressão Quadrática.

(R3G) Regressão de 3^o grau.

(R4G) Regressão de 4^o grau.

ns – Não significativo.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 8, nota-se que as cultivares diferiram significativamente ($P<0,01$) entre si quanto à altura da inserção do primeiro ramo. O grupo constituído por cafeeiros de porte alto apresentou significativamente ($P>0,01$) maior altura da inserção do primeiro ramo que os cafeeiros de porte baixo. As cultivares dentro de cada grupo de cafeeiros, contudo não diferiram entre si quanto a essa característica.

Tabela 8. Altura da inserção do primeiro ramo vivo em cultivares de cafeeiros com seis anos de idade.

Cultivar	Altura
	cm ⁽¹⁾
Acaiaá	47,84 a
Catuai Amarelo	28,37 b
Icatu Amarelo	43,10 a
Obatã	31,79 b
F cultivar	29,43**
Porte alto ⁽²⁾	45,47
Porte baixo ⁽³⁾	30,08
F porte	82,34**
CV (%)	17,39

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.
(2) Média da produção conjunta das cultivares Acaiaá e Icatu Amarelo.
(3) Média da produção conjunta das cultivares Catuai Amarelo e Obatã.
** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A interação entre população e cultivar foi significativa ($P<0,05$), mas a análise da população dentro de cada cultivar mostrou haver significância ($P<0,01$) somente para as cultivares de porte alto (Tabela 9). Dessa forma a Catuai e a Obatã, mantêm a mesma altura de inserção dos primeiros ramos na população de 2500 plantas por hectare, estabelecida com uma ou duas plantas por cova, ou com 10000 plantas por hectare. A altura média da inserção dos primeiros ramos e para essas cultivares foi de 30,08 cm (Tabela 8) (Figura 5).

Tabela 9. Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável altura da inserção do primeiro ramo vivo de cafeeiros com seis anos de idade.

Ano	Pop x Cult	Cultivar	Pop d. Cult	RL	RQ	R3G	R4G
F				F			
2000	2,10*	Acaiá	8,56**	24,32**	3,34 ns	1,74 ns	4,82*
		Catuai	1,19 ns	-	-	-	-
		Icatu	9,25**	28,41**	6,39*	0,73 ns	1,45 ns
		Obatã	0,43 ns	-	-	-	-

RL – Regressão linear.

RQ – Regressão quadrática.

R3G – Regressão de 3º grau.

R4G – Regressão de 4º grau.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns – Não significativo.

Por outro lado, a interação da população dentro das cultivares de porte alto foi significativa ($P < 0,01$) para a Acaiá e para a Icatu. A análise de regressão para o aumento da população na Acaiá foi significativa ao nível de 1º grau ($P < 0,01$) e 4º graus ($P < 0,05$) e linear ($P < 0,01$) e quadrática ($P < 0,05$) para a Icatu (Tabela 8). As diferentes alturas de inserção dos primeiros ramos nas cultivares estão representadas na Figura 5.

RENA et al. (1998) relataram que o espaçamento na rua ou entrelinha e na fileira ou linha de plantio modifica profundamente o crescimento da haste ortotrópica primária, mas não diferencia o número de ramos plagiotrópicos, admitindo-se que a altura da planta é determinada principalmente pelo alongamento do entre nó e não pela diferenciação de novos ramos plagiotrópicos, em função do adensamento.

GARCIA et al. (1967), estudaram na cultivar Bourbon Vermelho as densidades de plantio de 10000 e 13333 plantas por hectare dispostas respectivamente com três e quatro plantas por cova e observaram que os cafeeiros perderam as ramas até mais ou menos 1,0 m de altura, limitando-se a colheita à parte superior das plantas.

SCARANARI & NOGUEIRA NETO (1963), com o café Mundo Novo LCP 376 com 5000 plantas por hectare e comparando uma, duas e quatro mudas por cova e SANTINATO et al. (1994), que estudaram populações até 40000 plantas por hectare das cultivares Icatu 2944, Catucaí e Mundindu não mencionaram a perda de ramas da parte de baixo dos cafeeiros.

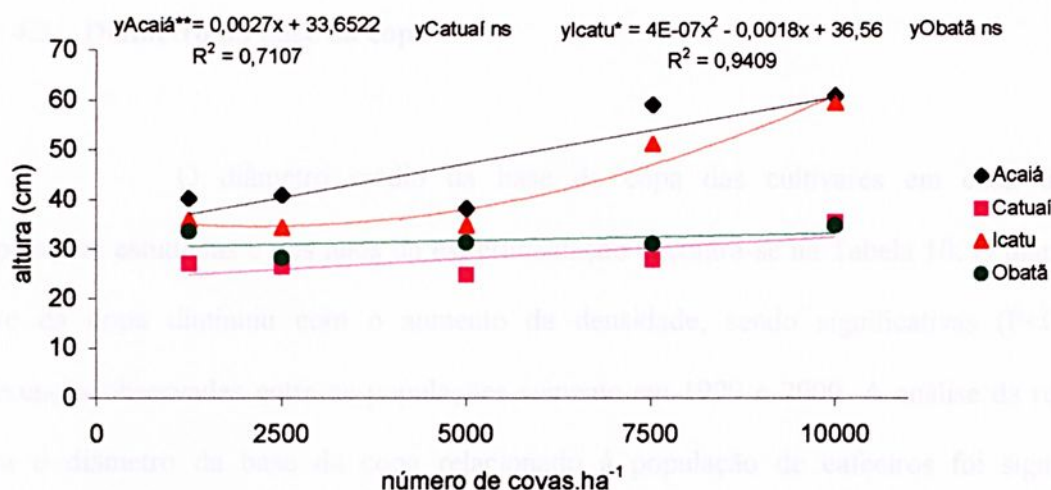


Figura 5. Altura da inserção do primeiro ramo vivo em cultivares de café com seis anos de idade submetidas a diferentes populações de plantio.

* Regressão significativa ao nível de 5% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

Nas cultivares de porte alto, Acaia e Icatu, nota-se que o grande incremento na altura da inserção dos primeiros ramos aconteceu em populações maiores que 5000 plantas por hectare (Figura 5). A média da altura do ponto de inserção dos ramos nessas cultivares até 5000 plantas por hectare foi de 37,38 cm, passando para cerca de 60 cm na Acaia e 51 e 60 cm na Icatu, respectivamente nas populações de 7519 e 10000 plantas por hectare. Esses resultados confirmam as observações de GARCIA et al. (1967), mostrando que o café perde ramos na sua parte mais baixa com o aumento da densidade populacional, o que, pelos resultados obtidos, é condicionado a cultivares e a densidades de plantio superiores a 5000 plantas por hectare. Esses resultados têm importância para o programa de podas de cafés submetidos ao adensamento de plantio, principalmente amparando decisões referentes ao tipo da poda a ser empregado, o que interfere diretamente no ciclo de produção das plantas.

4.3. Diâmetro da base da copa

O diâmetro médio da base da copa das cultivares em cada uma das populações estudadas e nos anos da experimentação encontra-se na Tabela 10. O diâmetro da base da copa diminuiu com o aumento da densidade, sendo significativas ($P < 0,01$) as diferenças observadas entre as populações somente em 1999 e 2000. A análise da regressão para o diâmetro da base da copa relacionado à população de cafeeiros foi significativa ($P < 0,01$) até ao nível de 2^o grau em 1999 e linear em 2000.

O contraste realizado entre os tratamentos com 2500 plantas por hectare não foi significativo ($P > 0,05$) em nenhum dos anos dos anos do estudo, mostrando que o plantio de até duas plantas por cova não interfere no crescimento do diâmetro da base da copa dos cafeeiros.

Na Tabela 11 encontra-se a média do diâmetro da base da copa das populações em cada uma das cultivares e em cada ano da experimentação. As cultivares diferiram significativamente ($P < 0,01$) entre si quanto ao diâmetro da base da copa e o grupo constituído pelos cafeeiros de porte alto mostrou, em todas as leituras realizadas, maior diâmetro da base da copa ($P < 0,01$) que o grupo de cafeeiros de porte baixo. Essas diferenças devem ser atribuídas principalmente a cultivar Icatu que nas avaliações mostrou maior diâmetro da base da copa que as demais cultivares. A Acaiá, por outro lado, quando comparada com as cultivares de porte baixo, apresentou maior diâmetro da base da copa que a Obatã somente em 1999 e 2000, mas não diferiu da Catuaí nas primeiras e últimas leituras.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade



Tabela 10. Diâmetro da base copa das plantas de diferentes populações de cafeeiros em cada ano do período experimental.

População	1997	1998	1999	2000
Plantas.ha ⁻¹	cm			
2500 ⁽¹⁾	63,63	164,13	161,00	163,46
2500 ⁽²⁾	66,09	162,93	154,96	158,71
5000	64,42	161,21	156,13	140,71
7519	64,48	146,69	132,48	117,02
10000	61,24	143,93	110,99	97,81
F	2,04 ns	3,12 ns	39,36**	20,17**
F ^(1,2)	1,26 ns	0,13 ns	4,16 ns	1,71 ns
F ^(RL)	-	-	133,14**	77,66**
F ^(RQ)	-	-	19,67**	2,22 ns
F ^(R3 G)	-	-	0,23 ns	0,82 ns
F ^(R4G)	-	-	4,41 ns	>0,00 ns
CV (%)	6,70	12,17	8,13	15,36

(1) População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

(2) População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

(RL) Regressão linear.

(RQ) Regressão Quadrática.

(R3G) Regressão de 3^o grau.

(R4G) Regressão de 4^o grau.

ns – Não significativo.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 11. Diâmetro da base da copa de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.

Cultivar	1997	1998	1999	2000
	cm ⁽¹⁾			
Acaiá	61,64 b	146,99 b	140,20 b	132,97 b
Catuai Amarelo	57,42 b	145,47 b	132,59 c	132,08 b
Icatu Amarelo	75,25 a	182,22 a	168,84 a	158,87 a
Obatã	61,58 b	148,44 b	130,82 c	119,24 c
F cultivar	31,64**	69,27**	88,78**	52,70**
Porte alto ⁽²⁾	68,45	164,61	154,52	145,92
Porte baixo ⁽³⁾	59,50	146,96	131,71	125,66
F porte	41,90**	69,09**	148,71**	73,96**
CV (%)	8,37	5,28	5,06	6,56

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

⁽²⁾ Média da produção conjunta das cultivares Acaiá e Icatu Amarelo.

⁽³⁾ Média da produção conjunta das cultivares Catuai Amarelo e Obatã

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os cafeeiros de porte baixo não diferiram entre si de 1997 a 1999, mas, em 2000, o diâmetro da base da copa da Catuai foi significativamente ($P < 0,01$) maior que o da Obatã (Tabela 10).

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns – Não significativo.

Tabela 12. Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável diâmetro da base da copa de cafeeiros em cada ano do período experimental.

Ano	Pop x Cult	Cultivar	Pop d. Cult	RL	RQ	R3G	R4G
	F				F		
1997	0,84 ns	-	-	-	-	-	-
1998	2,11*	Acaiá	1,89ns	-	-	-	-
		Catuai	7,55**	23,65**	0,65ns	4,54*	1,35ns
		Icatu	11,27**	37,58**	0,96ns	2,20ns	4,34*
		Obatã	2,18ns	-	-	-	-
1999	4,93**	Acaiá	32,96**	97,43**	26,88**	1,03ns	6,49*
		Catuai	17,96**	69,39**	1,61ns	0,83ns	>0,00ns
		Icatu	54,98**	174,77**	38,31**	3,17ns	3,68ns
		Obatã	10,30**	31,58**	2,54ns	1,89ns	5,17*
2000	4,42**	Acaiá	22,91**	88,09**	2,59ns	>0,00ns	0,98ns
		Catuai	30,58**	121,29**	0,63ns	0,12ns	0,28ns
		Icatu	64,06**	234,99**	7,99**	11,29**	1,99ns
		Obatã	13,56**	47,21**	3,89ns	1,72ns	1,41ns

RL – Regressão linear.

RQ – Regressão quadrática.

R3G – Regressão de 3º grau.

R4G – Regressão de 4º grau.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns – Não significativo.

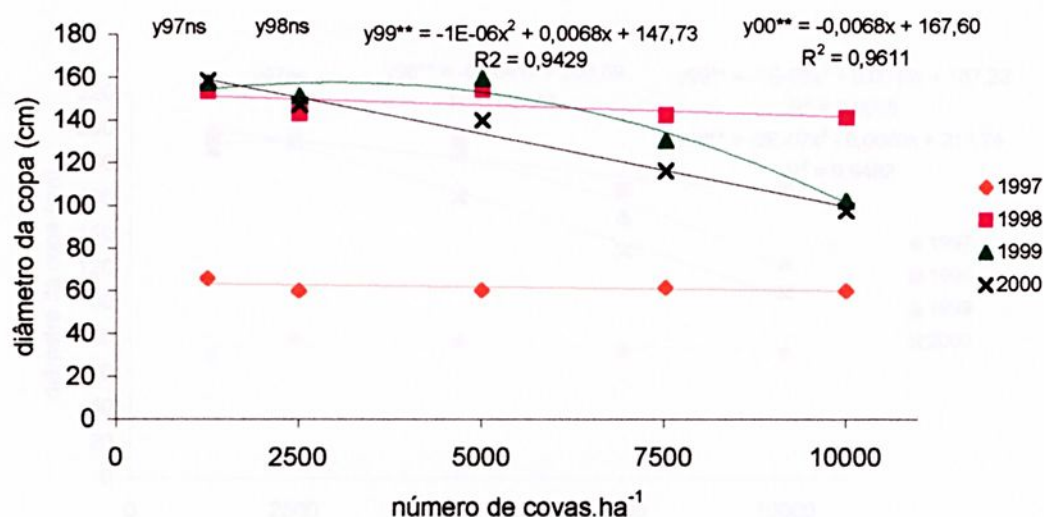


Figura 6. Diâmetro da base da copa da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

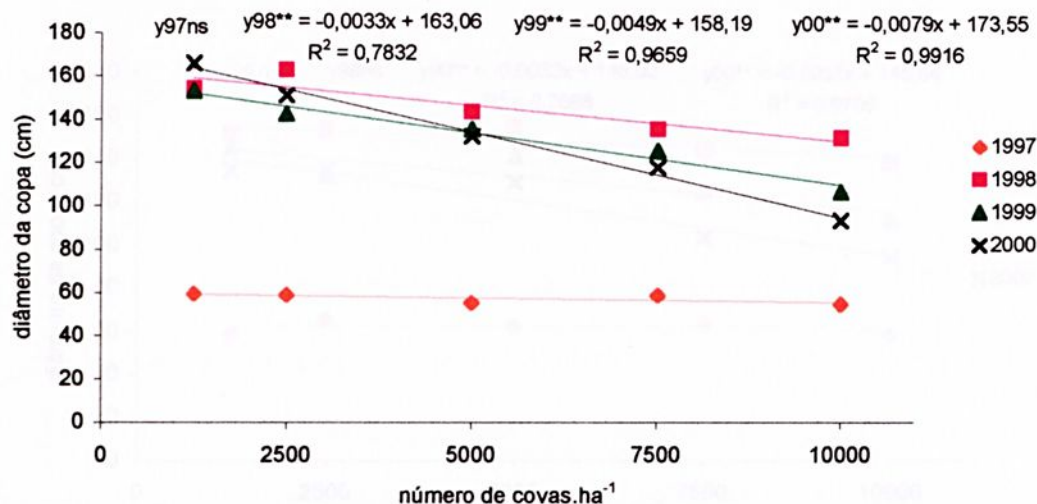


Figura 7. Diâmetro da base da copa da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

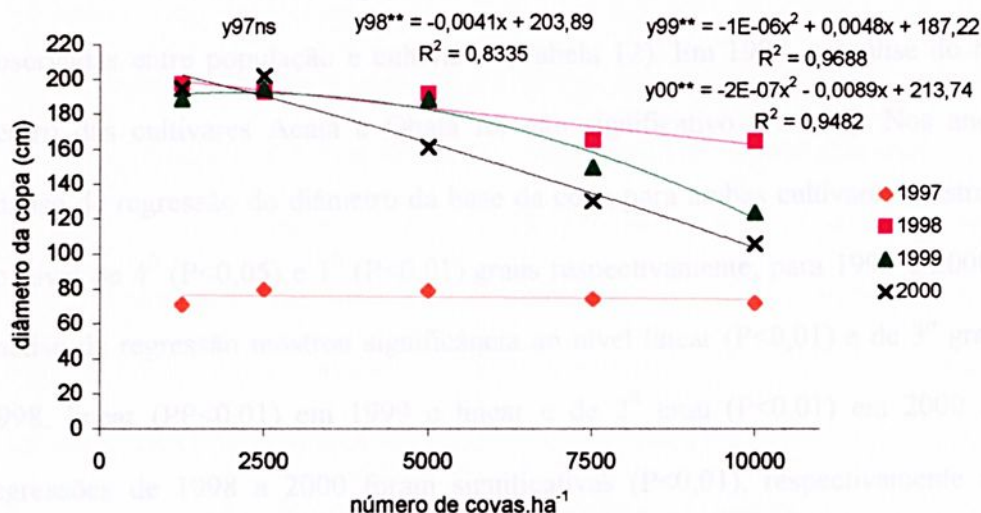


Figura 8. Diâmetro da base da copa da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

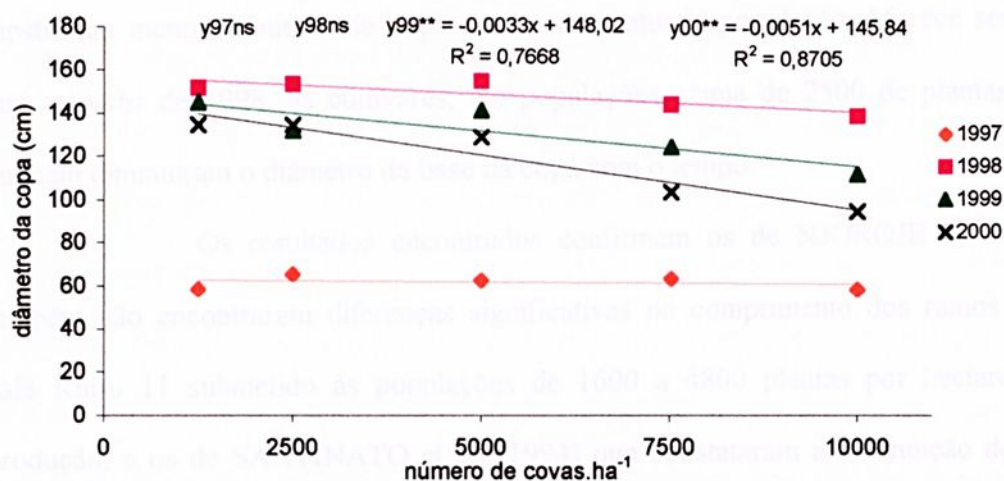


Figura 9. Diâmetro da base da copa da cultivar Obatã submetida a diferentes populações de plantio em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

Interações significativas em 1998 ($P < 0,05$) e 1999 e 2000 ($P < 0,01$) foram observadas entre população e cultivares (Tabela 12). Em 1998, a análise do fator população dentro das cultivares Acaiá e Obatã foi não significativo ($P > 0,05$). Nos anos seguintes, a análise de regressão do diâmetro da base da copa para ambas cultivares mostrou significância ao nível de 4^o ($P < 0,05$) e 1^o ($P < 0,01$) graus respectivamente, para 1999 e 2000. Na Catuaí, a análise de regressão mostrou significância ao nível linear ($P < 0,01$) e de 3^o grau ($P < 0,05$) em 1998, linear ($P < 0,01$) em 1999 e linear e de 2^o grau ($P < 0,01$) em 2000 e, na Icatu, as regressões de 1998 a 2000 foram significativas ($P < 0,01$), respectivamente ao nível de 4^o ($P < 0,05$) e 2^o e 3^o grau ($P < 0,01$).

O crescimento da base da copa das cultivares em cada ano da experimentação relacionado às populações estudadas está representado nas Figuras 6, 7, 8 e 9 respectivamente, para a Acaiá, Catuaí, Icatu e Obatã, onde se nota que todas as cultivares mostraram menor diâmetro de copa com o aumento da população. Merece ser mencionado que, a partir de 1998, as cultivares, em populações acima de 2500 de plantas por hectare, também diminuíram o diâmetro da base da copa com o tempo.

Os resultados encontrados confirmam os de NJOROJE et al. (1992), que também não encontraram diferenças significativas no comprimento dos ramos primários do café Ruiru 11 submetido às populações de 1600 a 4800 plantas por hectare na primeira produção, e os de SANTINATO et al. (1994) que constataram a diminuição do diâmetro da base da copa da cultivares Icatu 2944, Catuaí e Mundindu com o adensamento da rua. Entretanto, CARVALHO & SOUZA (1980) verificaram comportamento inverso com a cultivar Mundo Novo LCP 379-19 aos 14 anos de idade quando, na linha, diminuíram de 1,0 para 0,5m à distância entre os cafeeiros, duplicando a população de 2500 para 5000 plantas



por hectare. Ainda, RENA et al. (1994) citam que o diâmetro da base da copa da Catuaí não foi influenciado pelo espaçamento da rua até 4,5 anos de idade e que ele correlacionou-se negativamente com o adensamento na fileira, sugerindo que a concorrência das plantas na fileira é o principal fator determinante do crescimento do diâmetro da copa.

O comportamento do diâmetro da base da copa relacionado ao número de cafeeiros por cova obtido nesse estudo difere do relatado por SCARANARI & NOGUEIRA NETO (1963) que verificaram no espaçamento 4,0 x 1,0m menor diâmetro da copa dos cafeeiros plantados com uma muda por cova que aqueles com duas mudas por cova.

As diferenças constatadas entre as cultivares estão em acordo com as observações relatadas por SERTÓRIO et al (1996, 1997a) que, no período de 12 até 54 meses, verificaram igual diâmetro da base da copa da Icatu e da Mundo Novo, porém ambas com maior diâmetro que o da Catuaí.

Os menores valores do diâmetro da copa com o tempo podem estar relacionados à perda de pares de folhas da extremidade do ramo plagiotrópico ou com a altura do primeiro par de ramos vivos (altura da saia) que aumentou com o aumento da densidade da população de plantas. O café é uma planta perene, de crescimento mais ou menos contínuo, que normalmente não perde toda as suas folhas de uma só vez. Nos climas tropicais, a abscisão foliar tem sido associada com a precipitação e com a duração do dia, sendo intensificada, portanto na época seca (RENA & MAESTRI, 1986) uma vez que, sem dúvida, a queda de folhas no cafeeiro é uma maneira de conservar água (RENA & MAESTRI, 1987). Cabe ser mencionado que as medições do diâmetro da base da copa foram realizadas em junho de 1999 e janeiro de 2000, época caracterizada por intensa deficiência hídrica (Tabela 6).



A diminuição do diâmetro da base da copa em função do tempo e do aumento da densidade da população também pode estar relacionada com a perda de ramos nas partes mais baixas da planta (Tabelas 7) (Figura 5), condicionando nos anos seguintes a tomada de medidas em ramos mais altos e possivelmente menores, vindo a explicar parte dos resultados obtidos principalmente para as cultivares de porte alto.

4.4. Diâmetro do caule

O diâmetro médio do caule das cultivares em cada uma das populações estudadas e nos anos 1999 e 2000 encontra-se na Tabela 13. O diâmetro do caule diminuiu significativamente ($P < 0,01$) com o aumento da população de cafeeiros nas duas leituras efetuadas. A análise de regressão para o diâmetro do caule relacionado à população foi significativa ($P < 0,01$) ao nível de 1º e 2º grau em 1999 e até 3º grau ($P < 0,05$) em 2000.

O contraste para a população de 2500 plantas por hectare, com uma e duas plantas por cova, respectivamente nos espaçamentos 4,0 x 1,0 m e 4,0 x 2,0 m, foi significativo ($P < 0,01$). O resultado permite inferir que a cultura do café estabelecida em covas com uma planta produzem cafeeiros com maior diâmetro de caule do que em covas com duas plantas (Tabela 13).



Tabela 13. Diâmetro do caule das plantas de diferentes populações de cafeeiros em cada ano do período experimental.

População	1999	2000
Plantas.ha ⁻¹	mm	
2500 ⁽¹⁾	49,22	50,82
2500 ⁽²⁾	53,59	55,81
5000	50,54	52,10
7519	48,34	48,48
10000	44,67	45,80
F	9,33**	10,11**
F ^(1,2)	11,10**	12,85**
F ^(RL)	18,13**	21,40**
F ^(RQ)	14,65**	11,79**
F ^(R3G)	3,12 ns	6,60*
F ^(R4G)	1,42 ns	0,64 ns
CV (%)	7,49	8,13

⁽¹⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

⁽²⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

(RL) Regressão linear.

(RQ) Regressão quadrática.

(R3G) Regressão de 3^o grau.

(R4G) Regressão de 4^o grau.

ns – Não significativo.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 14. Diâmetro do caule de cultivares de café em cada ano do período experimental.

Cultivar	1999	2000
	mm ⁽¹⁾	
Acaiá	50,06 b	52,00 ab
Catuaí Amarelo	45,63 c	46,63 c
Icatu Amarelo	53,28 a	54,76 a
Obatã	48,11 bc	49,02 bc
F cultivar	15,12**	16,11**
Porte alto ⁽²⁾	51,95	53,38
Porte baixo ⁽³⁾	46,87	47,83
F porte	33,37**	39,76**
CV (%)	6,53	6,74

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

⁽²⁾ Média da produção conjunta das cultivares Acaiá e Icatu Amarelo.

⁽³⁾ Média da produção conjunta das cultivares Catuaí Amarelo e Obatã.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 14 encontra-se a média do diâmetro do caule das populações de cafeeiros para cada uma das cultivares e para os anos de 1999 e 2000. O grupo constituído pelas cultivares de porte alto mostra diâmetro de caule significativamente ($P < 0,01$) maior que as cultivares de porte baixo nos dois últimos anos do estudo. Comparando-se as médias entre as cultivares de porte baixo, verifica-se que a Catuaí e a Obatã não diferiram entre si quanto ao diâmetro do caule. Entretanto, no grupo de cultivares de porte alto, o diâmetro do caule da

Icatu foi maior que o da Acaiá em 1999, mas não em 2000. A Obatã, apesar do porte baixo, não diferiu da Acaiá no diâmetro do caule.

A interação entre a população de cafeeiros e cultivares não foi significativa ($P>0,05$) em 1999 e 2000 (Tabela 15). O aumento da densidade populacional influenciou negativamente o crescimento do caule dos cafeeiros, independentemente da cultivar. Os resultados obtidos são concordantes com os relatados por outros autores, tanto para cafeeiros de porte baixo (MIGUEL et al., 1987, NJOROJE et al., 1992, SANTINATO et al., 1994, RENA et al., 1994), quanto para cafeeiros de porte alto (CARVALHO & Souza, 1980, SANTINATO et al., 1994).

Tabela 15. Significância da interação entre os fatores população e cultivar para a variável diâmetro do caule nos anos 1999 e 2000.

Ano	população x cultivar
	F
1999	1,03ns
2000	1,24ns

ns – não significativo.

NJOROJE et al (1992) obtiveram, com a cultivar Ruiru 11, o maior diâmetro do caule na população de 1600 plantas por hectare e SANTINATO et al. (1994) observaram nas cultivares Icatu 2944, Catucaí e Mundindu que o diâmetro do caule diminuiu com o adensamento, acontecendo as maiores diferenças na Catucaí.

ALMEIDA & MATIELLO (1980) constataram na cultivar Catuaí Vermelho maior diâmetro do caule estabelecida com uma muda simples do que com duas mudas por cova e CARVALHO e SOUZA (1980) observaram que o diâmetro do caule da Mundo Novo LCP 379-19 diminuiu quando aumentaram de três para quatro o número de plantas por cova. Os resultados relatados por esses autores são concordantes com os obtidos no presente trabalho, evidenciando que o plantio de uma muda por cova proporciona a obtenção de cafeeiros mais vigorosos.

SERTÓRIO et al (1996, 1997a) verificaram no período de 12 a 54 meses que o diâmetro do caule das cultivares Mundo Novo e Icatu, sem diferirem entre si, eram maiores que o da Catuaí. Nesse trabalho, de modo semelhante, as mesmas diferenças foram observadas entre as cultivares Acaiá e Icatu e a Catuaí.

4.5. Produção de café beneficiado por planta

A produção de café beneficiado por planta, média das cultivares, em cada uma das populações e anos da experimentação e o total de café produzido no período experimental encontram-se na Tabela 16.

⁽¹⁾ População de 2500 plantas ha⁻² no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

⁽²⁾ População de 2500 plantas ha⁻² no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

⁽³⁻⁵⁾ Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

⁽⁶⁾ Regressão linear.

⁽⁷⁾ Regressão quadrática.

⁽⁸⁻⁹⁾ Regressão de 3^o grau.

⁽¹⁰⁻¹¹⁾ Regressão de 4^o grau.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 16. Produção de café por planta nas diferentes populações em cada ano do período experimental.

População	1997	1998	1999	2000	total
Plantas.ha ⁻¹	g.planta ⁻¹ de café beneficiado				
2500 ⁽¹⁾	305,4	514,7	756,4	172,3	1748,8
2500 ⁽²⁾	457,5	531,1	840,1	218,5	2047,1
5000	471,2	566,0	762,0	87,0	1886,2
7519	415,0	364,7	570,1	27,2	1376,9
10000	404,6	293,7	338,7	23,3	1060,0
F	1,99ns	10,22**	7,47**	8,31**	8,82**
F ^(1,2)	13,31**	0,15ns	1,60ns	4,34*	7,03*
F ^(RL)	-	27,09**	22,35**	26,12**	23,02**
F ^(RQ)	-	8,83*	7,23*	0,06ns	9,77*
F ^(R3G)	-	0,91ns	0,27ns	5,95*	2,33ns
F ^(R4G)	-	4,04ns	<0,00ns	1,10ns	0,15ns
CV(%)	38,93	28,20	39,19	99,13	28,78

(1) População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

(2) População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

(RL) Regressão linear.

(RQ) Regressão quadrática.

(R3G) Regressão de 3^o grau.

(R4G) Regressão de 4^o grau.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A produção de café beneficiado por planta diminuiu significativamente ($P < 0,01$) com o aumento da densidade de plantio dos cafeeiros, excetuando-se o primeiro ano da colheita. A análise de regressão foi significativa ao nível de 1º ($P < 0,01$) e 2º ($P < 0,05$) graus em 1998, 1999 e para o total de café beneficiado por planta no quadriênio e ao nível de 1º ($P < 0,01$) e 3º ($P < 0,05$) graus em 2000.

O contraste entre as produções de café beneficiado por planta nas populações de 2500 plantas por hectare, estabelecidas com uma e duas plantas por cova, somente não foi significativa ($P > 0,05$) em 1998 e 1999, obtendo-se nos outros anos e no total do quadriênio as maiores produções para a disposição da população com uma planta por cova.

A Tabela 17 contém a produção de café beneficiado por planta, média das populações, para cada uma das cultivares em cada ano da experimentação e no quadriênio. Excetuando-se 1998, em todos as outras colheitas observou-se diferença na produção por planta entre as cultivares, sendo que o grupo constituído pelas cultivares de porte baixo produziu significativamente ($P < 0,01$) mais café beneficiado por planta que o grupo de cafeeiros de porte alto. Essa diferença pode ser atribuída principalmente aos resultados obtidos com a Icatu, posto que essa cultivar, no total produzido nos quatro anos do período experimental, foi menos produtiva que as cultivares de porte baixo, das quais diferiu significativamente, o que não aconteceu para a Acaiá. Entre as cultivares de porte baixo, em 2000, ano da mais baixa produção por planta da experimentação, a Catuaí produziu significativamente mais que a Obatã, mas não no total do quadriênio. Diferenças no total de café produzido também não foram observadas entre as cultivares Acaiá e Icatu, de porte alto.

Tabela 17. Produção de café por planta de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.

Cultivar	1997	1998	1999	2000	total
g.planta ⁻¹ de café beneficiado ⁽¹⁾					
Acaiá	362,3 b	477,0	635,4 a	108,6 ab	1583,3 ab
Catuaí Amarelo	469,1 a	429,9	750,7 a	162,4 a	1812,1 a
Icatu Amarelo	387,4 ab	455,8	474,2 b	63,9 b	1381,3 b
Obatã	424,1 ab	453,5	753,5 a	87,6 b	1718,7 a
F cultivar	3,11*	0,52 ns	9,89**	8,98**	6,91**
Porte alto ⁽²⁾	374,9	466,4	554,8	86,3	1482,3
Porte baixo ⁽³⁾	446,6	441,7	752,1	125,0	1765,4
F porte	7,40*	0,85 ns	22,25**	7,63**	15,83**
CV(%)	24,86	22,89	24,80	51,39	16,97

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

⁽²⁾ Média da produção conjunta das cultivares Acaiá e Icatu Amarelo.

⁽³⁾ Média da produção conjunta das cultivares Catuaí Amarelo e Obatã

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A interação entre os fatores população e cultivar foi significativa ($P < 0,05$) apenas em 1999 (Tabela 18). O estudo a regressão da população dentro das cultivares mostrou que a população não influencia a produção de café na cultivar Obatã ($P > 0,05$), contudo, o faz significativa e linearmente ($P < 0,01$) na Acaiá e na Icatu e ao nível de 1^o ($P < 0,01$) e 2^o ($P < 0,5$) graus na Catuaí.

Tabela 18. Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável produção de café beneficiado por planta em cada ano do período experimental.

Ano	Pop x cult	Cultivar	Pop d. cult	RL	RQ	R3G	R4G
	F				F		
1997	0,85 ns	-	-	-	-	-	-
1998	1,28 ns	-	-	-	-	-	-
1999	2,54*	Acaiaí	10,48**	37,20**	4,09 ns	0,32 ns	0,29 ns
		Catuaí	8,59**	7,23*	26,75**	0,26 ns	0,14 ns
		Icatu	5,24**	20,28**	0,53 ns	0,01 ns	0,13 ns
		Obatã	1,95 ns	-	-	-	-
2000	1,27ns	-	-	-	-	-	-

RL – Regressão linear.

RQ – Regressão quadrática.

R3G – Regressão de 3º grau.

R4G – Regressão de 4º grau.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A resposta, em produção de café beneficiado por planta, de cada uma das cultivares ao aumento da população de cafeeiros por área está representada nas Figuras 10, 11, 12 e 13 respectivamente, para as cultivares Acaiaí, Catuaí, Icatu e Obatã. Em razão do crescimento das plantas era esperado um aumento da produção individual com o tempo, o que

foi verificado de modo geral até 1999. As menores produções individuais em 2000 são decorrentes da severa deficiência hídrica (Tabela 6) a que foram submetidos os cafeeiros.

No quadriênio, as cultivares mostraram menor produção de café beneficiado por planta com o aumento da densidade populacional (Tabela 15) (Figuras, 10, 11, 12, 13) o que é explicado pela correspondente maior competição intraespecífica pelos recursos do meio: água, luz e nutrientes.

Relacionado à competição por água, espera-se com o crescimento das plantas e com o aumento da densidade de plantio, haver mais consumo de água por unidade de área, resultando em menores colheitas (KIARA & STOLZI, 1985). Contudo, tem-se afirmado que a água não é fator restritivo para a adoção de sistemas de plantio adensados (GATHAARA & KIARA, 1984) e que o aumento da população não implica em maior consumo de água (LIBRAN et al., 1985). É necessário mencionar que o aumento da densidade populacional diminui a transpiração (FISHER & BROWNING, 1978, LIBRAN et al., 1985) e pode não proporcionar diminuição do potencial hídrico nas plantas (FISHER & BROWNING, 1978, 1979, GATHAARA & KIARA, 1984) e que a disponibilidade de água no solo é semelhante tanto no sistema convencional quanto no adensado (MIGUEL et al., 1995).



Figura 11 Produção por planta da cultivar Catuai Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns - regressão não significativa.

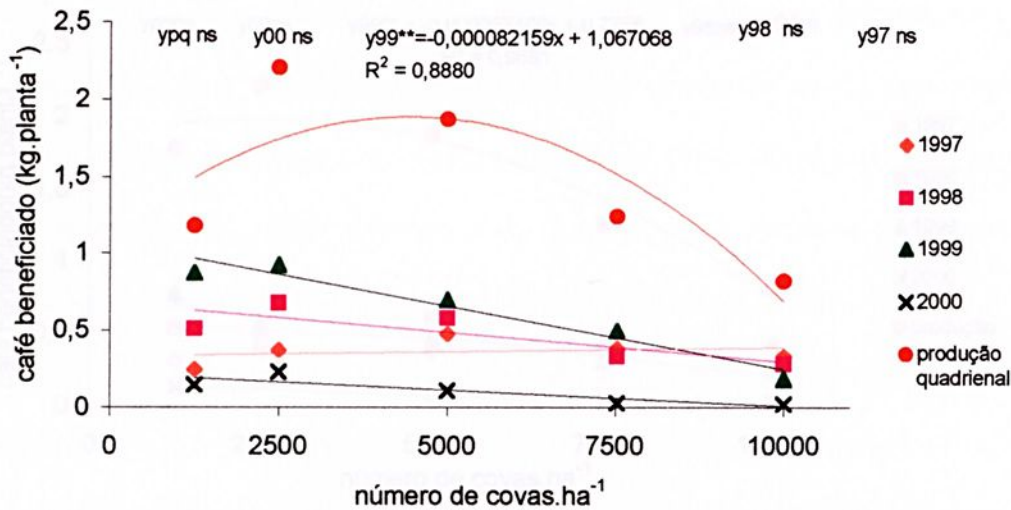


Figura 10. Produção por planta da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.
ns – regressão não significativa.

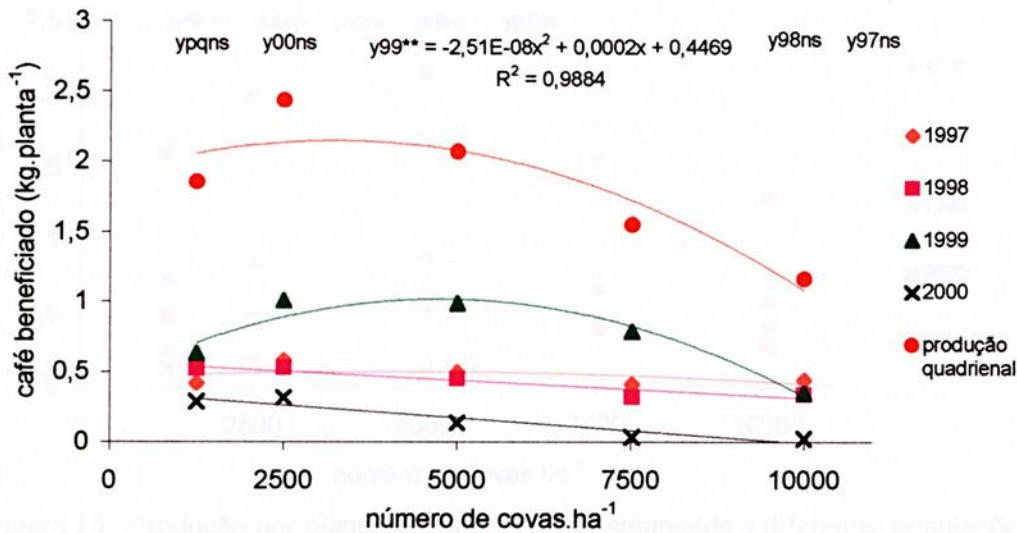


Figura 11. Produção por planta da cultivar Catuai Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.
ns – regressão não significativa.

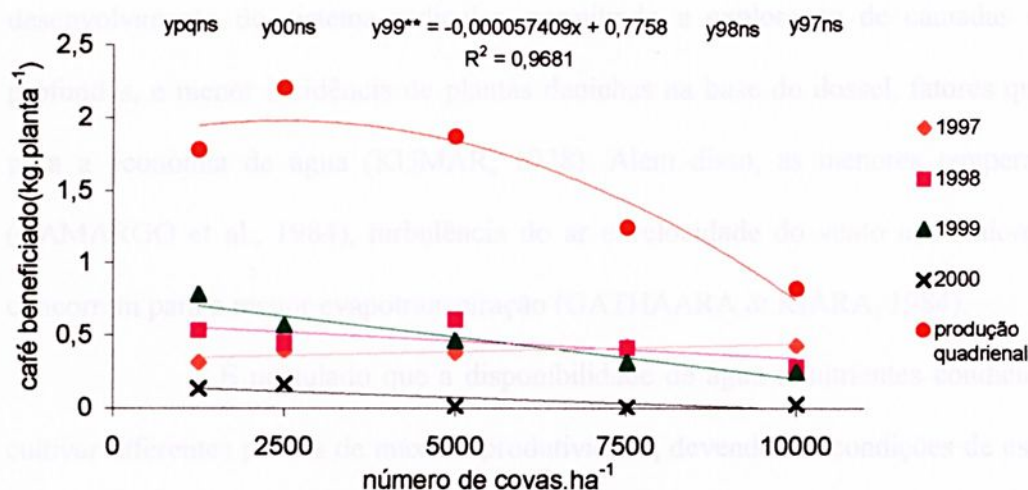


Figura 12. Produção por planta da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

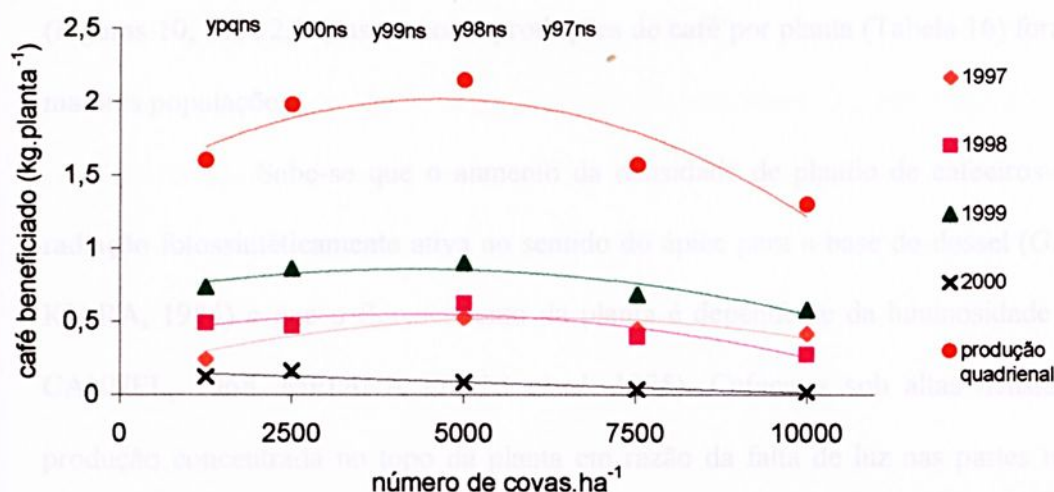


Figura 13. Produção por planta da cultivar Obatã submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

ns – regressão não significativa.

Argumenta-se também que nos menores espaçamentos há maior desenvolvimento do sistema radicular, permitindo a exploração de camadas de solo mais profundas, e menor incidência de plantas daninhas na base do dossel, fatores que contribuem para a economia de água (KUMAR, 1978). Além disso, as menores temperatura do solo (CAMARGO et al., 1984), turbulência do ar e velocidade do vento nas maiores densidades concorrem para a menor evapotranspiração (GATHAARA & KIARA, 1984).

É postulado que a disponibilidade de água e nutrientes condiciona para uma cultivar diferentes pontos de máxima produtividade, devendo em condições de estresse hídrico ou nutricional obter-se a maior produtividade com a menor população e que em situações de baixa deficiência hídrica e alta fertilidade, a produtividade máxima será obtida com as maiores populações (PEREIRA, 1989). Merece ser mencionado que na colheita em 2000, após as plantas serem submetidas à acentuada deficiência hídrica (Tabela 6) e em todas as cultivares (Figuras 10, 11, 12,13) as menores produções de café por planta (Tabela 16) foram obtidas nas maiores populações.

Sabe-se que o aumento da densidade de plantio de cafeeiros faz diminuir a radiação fotossinteticamente ativa no sentido do ápice para a base do dossel (GATHAARA & KIARA, 1984) e que o florescimento da planta é dependente da luminosidade (HUXLEY & CANNEL, 1968, MEDINA FILHO et al. 1975). Cafeeiros sob altas densidades têm sua produção concentrada no topo da planta em razão da falta de luz nas partes mais baixas da planta, influenciando diretamente o número de frutos por nó. A diminuição desse componente da produção atribuída ao sombreamento já foi mencionada por URIBE & MESTRE (1980) e GATHAARA & KIARA, (1985). Também nesse trabalho constatou-se a concentração da produção no ápice dos cafeeiros em densidades maiores que 5000 plantas por hectare.



No cafeeiro, a diminuição dos níveis de luz condiciona o decréscimo da massa foliar específica e do número de estômatos por unidade foliar (VOLTAN et al., 1992) e há um aumento da área foliar com o aumento do distanciamento entre as plantas (HUERTA & ALVIM, 1962, VALÊNCIA, 1973b, CARVALHO & SOUZA, 1980). Esses fatores auxiliam explicar a menor produção por planta em função da densidade e do tempo, pois segundo RENA et al. (1998) a produção é dependente da produção de folhas, devendo-se alcançar rapidamente o índice de área foliar ótimo, buscando-se manter a razão área foliar:fruto em torno de 2000mm^2 . Populações até 10000 plantas por hectare não competiram por luz até três anos de idade (VALÊNCIA, 1973b) e as maiores produções foram relacionadas a um índice foliar entre 7,97 e 10 (HUERTA & ALVIM, 1962, VALÊNCIA, 1973b).

No presente trabalho, excetuando-se a Obatã (Figura 13) (Tabela 18) aos três anos de idade, às maiores populações tenderam menores produções por planta (Tabela 16), revelando a existência da competição intra-específica entre os cafeeiros em todos os momentos da experimentação. À medida que plantas menos competitivas são selecionadas, mais estreito pode ser o espaçamento (PEREIRA, 1989), podendo ser esta a explicação para a maior produtividade média das cultivares de porte baixo em relação às de porte alto (Tabela 17) e, particularmente, pela não diminuição da produção por planta com o aumento da densidade de plantio verificada na cultivar Obatã (Figura 13). De modo geral, as melhores produções nas duas ou três primeiras colheitas são alcançadas com densidades de plantio superiores àquelas que apresentam as maiores produções nos anos posteriores (BROWNING & FISHER, 1976), como observado em 1999 para as cultivares estudadas, excetuando-se a Obatã.

Em 1999, nota-se que todas as populações da Obatã produziram mais café beneficiado por planta que nos anos anteriores (Figura 13). Na Acaiá (Figura 10) e na Catuaí (Figura 11) isso aconteceu até a população de 7519 plantas, mas não com a de 10000 plantas por hectare. Na Icatu, a produção individual dos cafeeiros da população de 2500 plantas por hectare em 1999 foi muito próxima a de 1998 e menor nas populações a partir de 5000 plantas por hectare, podendo-se inferir que nessas populações e nessa idade dos cafeeiros há competição intraespecífica pelos recursos do meio, o que conduz a uma menor produção de café por planta que refletirá na produção por área, ou seja, na produtividade. Pode-se inferir, pelos resultados obtidos, que a ordem crescente de capacidade de competição intraespecífica pode ser estabelecida como Obatã < Catuaí ≤ Acaiá < Icatu.

4.6. Produtividade de café beneficiado

A produtividade de café beneficiado, média das cultivares, em cada uma das populações, anos da experimentação e o total produzido no período experimental encontram-se na Tabela 19. A produtividade de cada uma das populações respectivamente para as cultivares Acaiá, Catuaí Amarelo, Icatu Amarelo e Obatã que, excetuando-se a ano 2000, foram superiores a media nacional de 1678 kg de café em coco por hectare ⁽¹⁾⁽²⁾, cerca de 840 kg de café beneficiado por hectare.

A produção de café beneficiado por área aumentou significativamente ($P < 0,01$) com o incremento da densidade de plantio dos cafeeiros, excetuando-se a última colheita, em 2000 quando a produtividade diminuiu ($P < 0,05$). A análise de regressão foi significativa ($P < 0,01$) ao nível de 1º grau em 1997, até 4º ($P < 0,01$) grau em 1998, até 3º

¹Fonte: www.ibge.net/home/default.php, em 5 de junho de 2002.

² Apêndices 1, 2, 3 e 4



($P < 0,05$) grau em 1999, ao nível de 1º grau em 2000 e até o 4º grau no total produzido nos quatro anos da experimentação.

Tabela 19. Produtividade das populações de cafeeiro em cada ano do período experimental.

População	1997	1998	1999	2000	Total
Plantas.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹ de café beneficiado				
2500 ⁽¹⁾	763,5	1286,8	1891,0	430,8	4372,1
2500 ⁽²⁾	1143,8	1327,8	2100,3	546,2	5118,1
5000	2356,0	2830,0	3810,0	435,0	9431,0
7519	3120,4	2742,2	4286,7	204,5	10353,8
10000	4046,0	2937,0	3387,9	233,4	10604,3
F	65,06**	44,43**	20,87**	7,34**	54,55**
F ^(1,2)	2,54ns	0,05ns	0,41ns	2,29ns	1,69ns
F ^(RL)	258,03**	93,90**	26,59**	8,43*	125,55**
F ^(RQ)	1,04ns	4,96ns	8,44*	0,95ns	5,51*
F ^(R3G)	1,59ns	5,86*	8,21*	3,64ns	7,21*
F ^(R4G)	1,80ns	14,65**	0,95ns	0,16ns	5,36*
CV(%)	25,48	23,96	35,54	75,37	21,69

⁽¹⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 2m com duas plantas por cova.

⁽²⁾ População de 2500 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 4 x 1m com uma planta por cova.

F^(1,2) Valor de F para teste de diferenças entre os tratamentos 4 x 2 x 2 e 4 x 1 x 1.

^(RL) Regressão linear.

^(RQ) Regressão quadrática.

^(R3G) Regressão de 3º grau.

^(R4G) Regressão de 4º grau.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O contraste entre as produtividades de café beneficiado nas populações de 2500 plantas por hectare, estabelecidas com uma e duas plantas por cova, embora maior em todas as colheitas nos tratamentos com uma planta por cova, não foi significativo ($P>0,05$).

Na Tabela 20 encontra-se a produtividade, média das populações para cada uma das cultivares, em cada ano da experimentação e o total do quadriênio.

Tabela 20. Produtividade de cultivares de cafeeiro em cada ano do período experimental.

Cultivar	1997	1998	1999	2000	Total
kg.ha ⁻¹ de café beneficiado ⁽¹⁾					
Acaiá	2026,2	2239,2	2712,9 b	393,0 ab	7371,4 b
Catuai Amarelo	2491,0	2119,0	3674,8 a	577,2 a	8862,0 a
Icatu Amarelo	2223,1	2275,9	2097,6 b	175,0 c	6771,6 b
Obatã	2403,3	2264,4	3894,5 a	333,7 bc	8895,9 a
F cultivar	1,86ns	0,43ns	16,52**	11,87**	8,75**
Porte alto ⁽²⁾	2124,7	2257,6	2405,3	284,0	7071,5
Porte baixo ⁽³⁾	2447,2	2191,7	3784,7	455,5	8879,0
F porte	4,56*	0,36ns	44,56**	12,64**	24,88**
CV(%)	25,59	19,21	25,86	50,51	17,59

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

⁽²⁾ Média da produção conjunta das cultivares Acaiá e Icatu Amarelo.

⁽³⁾ Média da produção conjunta das cultivares Catuai Amarelo e Obatã.

ns – Não significativo.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Excetuando-se 1998, em todas as outras colheitas, o grupo constituído pelas cultivares de porte baixo, Catuaí e Obatã, produziram significativamente mais em 1997 ($P<0,05$) e nos demais anos da experimentação ($P<0,01$), que o grupo formado pelas cultivares de porte alto, a Acaiá e a Icatu. O mesmo resultado ($P<0,01$) aplica-se ao total de café beneficiado no quadriênio.

Nas duas primeiras colheitas as cultivares não diferiram ($P>0,05$) entre si quanto à produtividade de café beneficiado (Tabela 20). Em 1999 e no total de café beneficiado produzido no quadriênio, as cultivares Catuaí e Obatã, sem diferirem entre si, foram mais produtivas que a Acaiá e a Icatu. Em 2000, contudo, a Catuaí, sem diferir da Acaiá, foi a cultivar que mais produziu café beneficiado por área, sendo seguida pela Obatã e pela Icatu.

A interação entre os fatores população e cultivares para a produtividade de café beneficiado foi significativa ($P<0,01$) apenas em 1999 (Tabela 21).

O estudo da regressão da população dentro das cultivares mostrou que é significativa a relação entre a produtividade e a população ao nível de 2° ($P<0,01$) e 3° grau ($P<0,05$) para a Acaiá, 1° a 3° graus ($P<0,01$) para a Catuaí e linear para a Obatã. A regressão não significativa ($P>0,05$) verificada na Icatu mostrou que a população não interferiu na produtividade dessa cultivar nesse momento da cultura.

As figuras 14, 15, 16 e 17 representam as curvas de resposta da produtividade das cultivares para o aumento da população, respectivamente para a Acaiá, a Catuaí, a Icatu e a Obatã, onde se nota que as cultivares tendem a aumentar a produtividade com o tempo até 1999, observando-se em 2000 a menor produtividade.

Tabela 21. Significância da interação entre os fatores população e cultivar e das regressões estudadas para a variável produção de café beneficiado por hectare em cada ano do período experimental.

Ano	Pop x cult	Cultivar	Pop d. cult	RL	RQ	R3G	R4G
	F				F		
1997	0,58ns	-	-	-	-	-	-
1998	1,66ns	-	-	-	-	-	-
1999	4,30**	Acaiá	3,36*	0,26ns	8,37**	4,75*	0,05ns
		Catuaí	14,50**	23,74**	22,73**	11,48**	0,04ns
		Icatu	0,84ns	-	-	-	-
		Obatã	15,07**	56,04**	0,34ns	1,90ns	2,01ns
2000	0,90ns	-	-	-	-	-	-
Total	1,75ns	-	-	-	-	-	-

RL – Regressão linear.

RQ – Regressão quadrática.

R3G – Regressão de 3º grau.

R4G – Regressão de 4º grau.

* – Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** – Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns – Não significativo.

As Figuras 14, 15, 16 e 17 representam as curvas de resposta da produtividade das cultivares para o aumento da população, respectivamente para a Acaiá, a Catuaí, a Icatu e a Obatã, onde se nota que os cafeeiros tenderam a aumentar a produtividade com o tempo até 1999, observando-se em 2000 a menor produtividade.

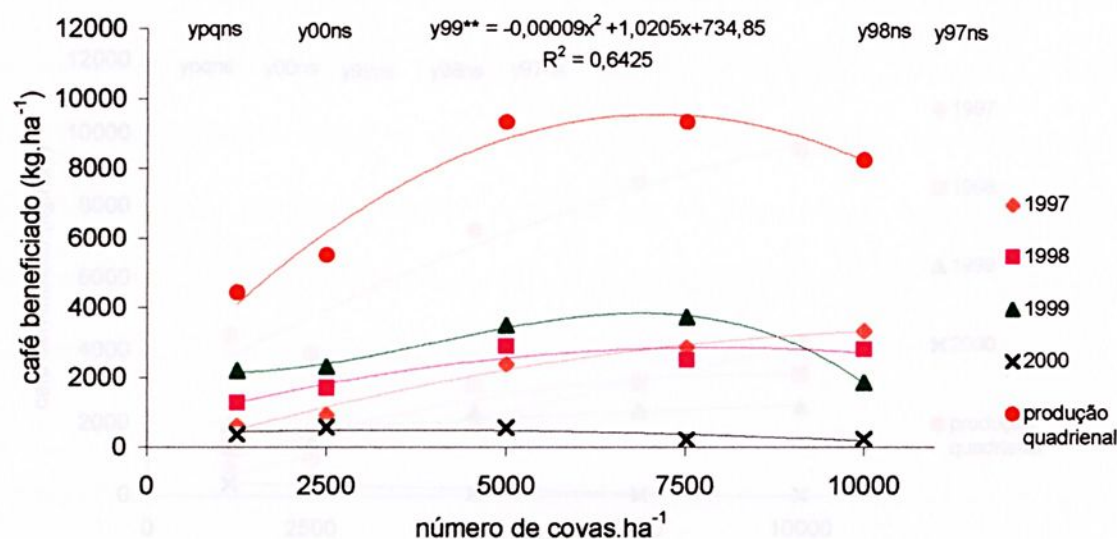


Figura 14. Produtividade da cultivar Acaiá submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

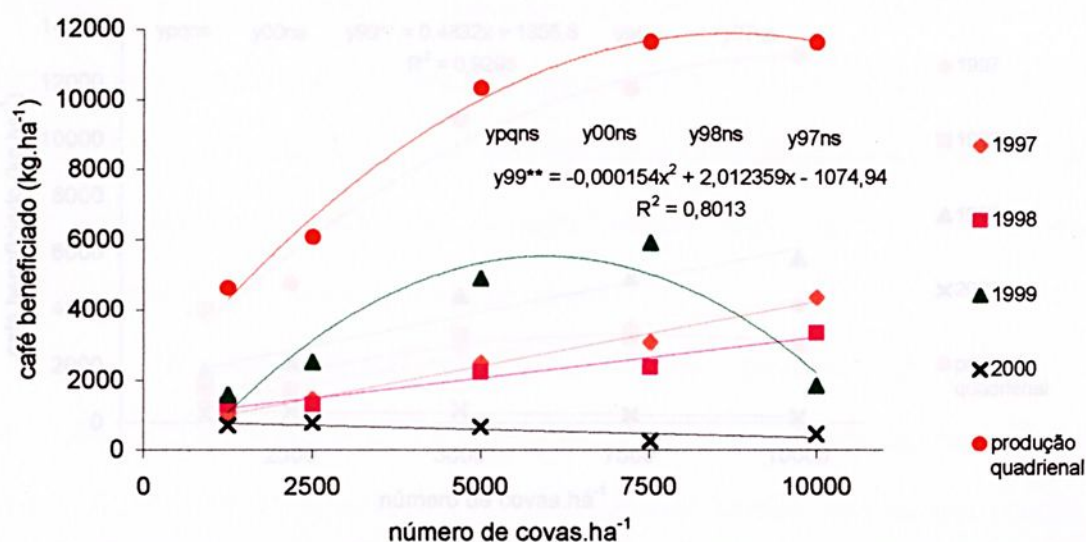


Figura 15. Produtividade da cultivar Catuaí Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

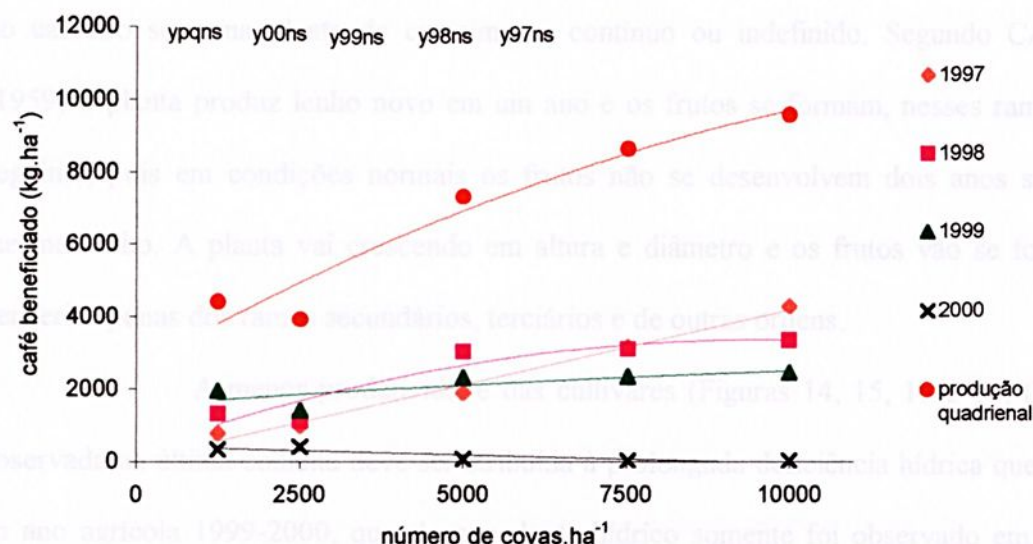


Figura 16. Produtividade da cultivar Icatu Amarelo submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.
ns – regressão não significativa.

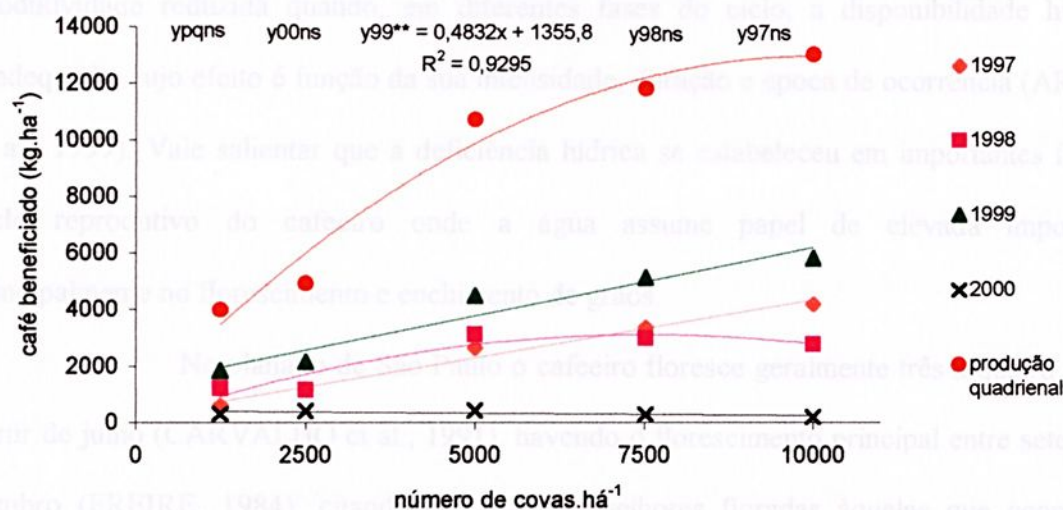


Figura 17. Produtividade da cultivar Obatã submetida a diferentes populações em cada ano da experimentação.

** Regressão significativa ao nível de 1% de probabilidade para o ano em que a interação entre população e cultivar foi significativa.

ns – regressão não significativa.

No cafeeiro normalmente ocorre aumento da produção com tempo em razão do cafeeiro ser uma planta de crescimento contínuo ou indefinido. Segundo CARVALHO (1959) a planta produz lenho novo em um ano e os frutos se formam, nesses ramos, no ano seguinte, pois em condições normais os frutos não se desenvolvem dois anos seguidos no mesmo lenho. A planta vai crescendo em altura e diâmetro e os frutos vão se formando na periferia apenas dos ramos secundários, terciários e de outras ordens.

A menor produtividade das cultivares (Figuras 14, 15, 16 e 17) (Tabela 19) observada na última colheita deve ser atribuída à prolongada deficiência hídrica que aconteceu no ano agrícola 1999-2000, quando excedente hídrico somente foi observado em janeiro de 2000 (Tabela 5).

O cafeeiro, apesar de ser uma planta relativamente resistente à seca, tem a produtividade reduzida quando, em diferentes fases do ciclo, a disponibilidade hídrica é inadequada, cujo efeito é função da sua intensidade, duração e época de ocorrência (ARRUDA et al., 1999). Vale salientar que a deficiência hídrica se estabeleceu em importantes fases do ciclo reprodutivo do cafeeiro onde a água assume papel de elevada importância, principalmente no florescimento e enchimento de grãos.

No planalto de São Paulo o cafeeiro floresce geralmente três a quatro vezes a partir de julho (CARVALHO et al., 1991), havendo o florescimento principal entre setembro e outubro (FREIRE, 1984), citando-se como as melhores floradas àquelas que ocorrem de outubro a dezembro (CAMARGO, 1998). O número de florescimentos parece estar relacionado à ocorrência de chuvas, sendo menos freqüente quando a estiagem se prolonga e mais numeroso quando a estação chuvosa se inicia mais cedo (CARVALHO et al., 1991). Chuvas insuficientes provocam o crescimento dos botões florais que não chegam a abrir, pois



secam e são abortados (MATIELLO et al., 1995b). Havendo florescimento, o período de granação ocorrerá no primeiro trimestre do ano seguinte, quando baixas precipitações pluviais ou deficiência hídrica proporcionará maior incidência de frutos chochos e mal granados (FREIRE, 1984, MIGUEL et al., 1976, CAMARGO, 1998).

Nesse período da experimentação observou-se intensa queda de folhas em todas as cultivares e populações estudadas. O baixo pegamento da florada também tem sido relacionado a cafeeiros pouco enfolhados (ALMEIDA et al., 1983b) e o número de frutos por nó produtivo e o número de frutos granados (ALMEIDA et al., 1976) é proporcional à intensidade de desfolha, havendo uma correlação negativa entre a produção por planta e o enfolhamento (MATIELLO et al., 1996). Cita-se que a desfolha, por ser crescente com a redução do espaçamento em condições de deficiência hídrica, deve ser considerada no planejamento da lavoura de café em regiões com problemas de seca ou veranico (MATIELLO et al., 1995a).

A deficiência hídrica no período de dezembro até janeiro, como aconteceu (Tabela 6), concorre para a redução do número de frutos, quando eles estão na fase de chumbinho para verde aguado (ALMEIDA et al., 1976) e, nas fases de chumbinho e granação, de outubro a março, é que há o consumo mais elevado de água pelo cafeeiro (GRHOMAN et al., 1983).

O profundo comprometimento da produtividade do café pela seca iniciada em 1999 foi, resumidamente, consequência das seguintes razões morfofisiológicas: a) intensa queda de folhas, prejudicando a formação e enchimento dos poucos frutos existentes b) seca dos ponteiros, com grande perda de ramos produtivos c) diferenciação floral ou formação de botões floríferos, drasticamente comprometida pela falta d'água e deficiência de carboidratos



d) os botões florais que cresceram formaram flores muito pequenas e em grande porcentagem com anomalias (estrelinhas), afetando a frutificação e a fixação dos frutos, com a conseqüente produção de rosetas vazias e) intensa morte do sistema radicular absorvente, o que precede a seca de folhas e de ramos (RENA, 2000).

Em 2000, contrariamente aos anos anteriores as menores produtividades tenderam a ser observadas nas maiores populações (Tabela 19) (Figuras 14, 15, 16 e 17).

Na Acaiá (Figura 14) e na Catuaí (Figura 15), até a terceira colheita, as populações até 7519 plantas por hectare tenderam a aumentar a produtividade com o tempo, o que não se verificou na população de 10000 plantas. Em 1999, a produtividade da Icatu na densidade de 5000 plantas (Figura 16) já foi menor que a do ano anterior. Na Obatã contudo, todas as populações ensaiadas produziram mais que nos anos anteriores (Figura 17). Esses resultados levam a entender que para a Obatã, até a terceira colheita, a competição pelos recursos do meio estabelecida entre os cafeeiros nas diferentes densidades de plantio foi de menor magnitude ou intensidade que nas outras cultivares, posto que se obteve com o aumento da densidade populacional aumento na produtividade de café. Nota-se que, na terceira colheita da Acaiá (Figura 14) e da Catuaí (Figura 15) que a competição entre as plantas, a ponto de interferir na produtividade e concorrer para a sua diminuição, somente aconteceu com 10000 plantas por hectare. Esse fato foi observado na Icatu com 5000 plantas por hectare, revelando, assim, competição intraespecífica mais intensa nessa cultivar que nas outras estudadas.

Diante dessas considerações pode-se, portanto inferir que a ordem crescente da intensidade da competição intraespecífica entre as cultivares possivelmente pode ser Obatã < Catuaí ≤ Acaiá < Icatu, como foi colocado quando se analisou a produção de café beneficiado por planta do experimento. O resultado leva a considerar que quanto maior a

capacidade de competição intraespecífica menor pode ser a densidade de plantio utilizada e que os picos de produção dos cafeeiros estão relacionados à densidade de plantio e ao porte das cultivares.

Tem sido relatado que cafeeiros de porte baixo e menores densidades de plantio mostram picos de produção mais tardios que os cafeeiros de porte alto e maiores populações e que o pico da produção indica o efeito da população e a necessidade de uso de podas para o retorno do ciclo de produção (PAVAN et al., 1994). Pelos resultados obtidos pode ser considerado que o pico de produção foi alcançado em 1999 para a Acaiá (Figura 14) e para a Catuaí (Figura 15) com a população de 10000 plantas por hectare e com a Icatu (Figura 16) com 5000 plantas por hectare, mas não na Obatã (Figura 17) em nenhuma das populações a que foi submetida. Vale salientar que já se observou o fechamento precoce a partir da terceira safra para a Catuaí e a Icatu com 6000 plantas por hectare (3,5 x 0,5m) (SANTINATO et al., 1999), sem haver, na fase de formação competição entre as plantas na linha (SANTINATO et al., 1998a).

Na Acaiá, similarmente aos resultados obtidos no experimento (Figura 14) (Tabela 20), já foi observado o maior total quadrienal de café beneficiado com 6666 e não com 3333 plantas por hectare (ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1996). Entretanto, para essa cultivar têm sido relatadas as maiores produtividades com 10000 plantas por hectare por um período de cinco colheitas (ALMEIDA et al., 1983a), como também verificado em outros cafeeiros de porte alto como o Mundo Novo 379/19 (TOLEDO et al., 1990 b, SERTÓRIO et al., 1997b, MENDES et al., 1995) e SL28 (BROWNING & FISHER, 1976) em período próximos a desse estudo. No experimento verificou-se a maior produtividade quadrienal para a Acaiá (Figura 15) na população de 5000 plantas por hectare. Essas diferenças podem ser



atribuídas a respostas diferenciais entre as cultivares e linhagens utilizadas, como possível interação entre os cafeeiros e os ambientes das experimentações.

Na Catuaí Amarelo já se observou produtividade crescente com o tempo e com o aumento da população de 3333 até 6666 plantas por hectare no primeiro biênio, mas não no seguinte (ANDROCIOLI FILHO & SIQUEIRA, 1996) ou até 10000 plantas por hectare até a terceira safra (BARROS et al., 1998), enquanto a população de 2500 plantas por hectare aumentou até a quarta colheita (BARROS et al., 1999c). É relatado que, devido ao pequeno porte desse cafeeiro, na primeira colheita a produção individual das covas não é influenciada pelo aumento da população com a diminuição do espaçamento até 1,5m (CAMARGO et al., 1979), o que foi notado na segunda colheita (CAMARGO et al., 1980). Entretanto, e apesar disso, de modo semelhante aos resultados desse trabalho, houve aumento consistente da produção com a redução da distância entre as linhas até a população de 6490 plantas por hectare até a quinta colheita (CAMARGO et al., 1983a) ou com 10000 plantas por hectare em três colheitas normais (CAMARGO et al., 1985b) com o adensamento pouco influenciando na redução da produção por planta (CAMARGO et al., 1983a).

A concorrência entre as plantas da Catuaí Amarelo tem sido qualificada como incipiente até a segunda colheita, obtendo-se produções compensadoras com o aumento da população de 1176 até 16000 plantas por hectare ainda na safra seguinte, chegando-se a concluir que produções satisfatórias podem ser conseguidas com populações entre 2051 (3,5 x 1,5m) e 3636 (2,75 x 1,0m) sem problemas de fechamento das ruas (OLIVEIRA et al., 1990).'



Na Catuaí Vermelho têm sido verificados aumentos da produtividade com a população (MENDES et al., 1995) e com o tempo (PAVAN et al., 1994), exibindo elevado ciclo bienal da produção (MENDES et al., 1995), o que não se observou nesse trabalho.

Os resultados obtidos com a Icatu (Figura 16) (Tabela 20), de modo geral, concordam com o e outros autores que obtiveram a maior produção acumulada de cinco colheitas com 10000 plantas por hectare (SANTINATO et al., 1998b) ou com 7143 covas por hectare com duas plantas por onze colheitas do que com densidades menores (SIQUEIRA et al., 1990).

As diferenças observadas entre as produtividades dos tratamentos com 2500 plantas por hectare, embora não significativas ($P>0,05$), foi maior em todas as colheitas com a população estabelecida com uma e não com duas plantas por cova (Tabela 19) podem ser explicadas analisando-se a produção por planta desses tratamentos (Tabelas 16 e 22) e observando-se a significativa ($P>0,01$) maior produção de café beneficiado por planta nas parcelas que receberam uma muda por cova. Covas com duas plantas, embora com maior produção ($P>0,01$) que aquelas com uma planta (Tabela 21), têm menor produtividade de café beneficiado (Tabela 19), em razão da produção dessas covas não aumentar proporcionalmente com número de plantas.



Tabela 22. Produção dos tratamentos com 2500 plantas por hectare por planta e por cova em cada ano do período experimental.

Tratamento	1997		1998		1999		2000		Total	
	Planta	cova	planta	cova	Planta	cova	Planta	Cova	planta	cova
	g de café beneficiado									
4x2x2	305,4	610,8	514,7	1029,5	756,4	1512,8	172,3	344,6	1478,8	3498,6
4x2x1	457,5	457,5	531,1	531,1	840,1	840,1	218,5	218,5	2047,1	2047,1
F	13,31**	11,19**	0,15ns	70,74**	1,60ns	43,92**	4,34**	14,19**	7,03**	101,50**
CV(%)	38,93	44,67	28,20	30,18	39,19	37,36	99,13	115,16	28,78	30,49

Estudo com a Caturra em altas densidades, 10000 e 5000 covas por hectare e, respectivamente com uma e duas mudas simples por cova, levou a considerar que parece não haver dúvida que a produção por caule é maior quando o caule está sozinho que acompanhado, o que explica que a produção por área seja maior com 10000 covas de uma planta do que com 5000 covas de duas plantas (URIBE & MESTRE, 1988a).

A cultivar Bourbon Vermelho produziu 21% mais café na disposição de 1,0m entre covas com uma planta quando comparada com covas com duas plantas separadas por 2,0m após seis colheitas (GARCIA et al., 1967). Na Mundo Novo e no espaçamento 3,80 x 1,5m, o emprego de duas mudas simples por cova não trouxe vantagem na produção de café em relação ao uso de uma muda simples por cova (TOLEDO et al., 1989), contudo, a comparação do tratamento com 4 x 1 com uma planta e 4x2m com duas plantas promoveu um ganho médio na produção de 25% em 7 safras a favor de uma planta por cova (TOLEDO et al., 1990b).

Em café Catuaí Amarelo, estudo com diferentes espaçamentos entre as linhas e com 1,0m e 2,0m entre as covas com uma e duas plantas por cova, respectivamente, relatam a menor produção por planta e a maior produção por cova nos tratamentos com duas plantas na fase de formação (CAMARGO et al., 1979) e na média das duas primeiras colheitas (CAMARGO et al., 1980). Na quinta colheita o adensamento das covas pouco influenciou a produção de café (CAMARGO et al., 1983a) e, na média de sete safras, as covas espaçadas de 1,0m e com uma planta praticamente não diferiram das espaçadas por 2,0m com duas plantas (CAMARGO et al., 1990).

As cultivares Catuaí Vermelho, Icatu e Acaiá nos espaçamentos 4,0 x 1,0m e 4,0 x 2,0m com uma e duas plantas por cova, respectivamente não mostraram diferenças significativas quanto a produção de café entre os dois espaçamentos de cafeeiros no total de quatro colheitas (SIQUEIRA et al., 1983).

Estudo com a Catuaí Vermelho no espaçamento 4,0 x 1,5m, com uma e duas plantas simples por cova, levou a concluir que o plantio de uma muda simples é economicamente mais vantajoso que o plantio de duas mudas simples (ALMEIDA et al., 1981) e que, na média de cinco safras não houve diferenças significativas quanto a produção de café entre o número de mudas por cova (ALMEIDA et al., 1984). Na Catuaí Amarelo, diferenças também não foram observadas entre esses tratamentos quanto à produção de café (BARROS et al., 1983).

Os resultados obtidos de diferentes produtividades entre as cultivares (Tabela 19) são confirmados pelas informações de que a Catuaí é mais produtiva que a Icatu (SIQUEIRA et al., 1983, BARROS et al., 1999a, SANTINATO et al., 1999b, 1999c, 1999d) e que a Acaiá (SIQUEIRA et al. 1983, BARROS et al., 1999a, AUGUSTO et al., 1999,



SANTINATO et al 1999b) e aquele onde a Obatã mostrou produtividade apenas ligeiramente inferior à média de linhagens de Catuaí (63 sacas.ha^{-1}), mas superior a Acaiá, Icatu e Mundo Novo (BARROS et al., 1999b). Assim, de modo geral, há concordância que cultivares de porte baixo possuem maior capacidade de produção que cultivares de porte alto. Porém, há estudos em que a diferença na produção entre a Catuaí e a Icatu não foram de grande magnitude (FERRONI et al., 1999) ou não foram observadas após quatro (SERTÓRIO et al., 1998) ou cinco safras (SILVA et al., 1999), salientando-se que a Icatu foi 26% mais produtiva que a Catuaí na fase de formação, primeira a terceira safra (SERTÓRIO et al., 1997a). Ainda, BARROS et al. (1999a) relatam que após oito safras a produtividade média de linhagens de Catuaí (45 sacas.ha^{-1}) foi menor que a das linhagens de Mundo Novo (55 sacas.ha^{-1}), para o que apontaram certa surpresa, já que as Catuaí vinham apresentando, normalmente, melhor desempenho em ensaios anteriores.

Estudos de avaliação de cafeeiros apontam a maior média de produtividade para linhagens de Catuaí quando comparadas a linhagens de Acaiá (ALMEIDA et al., 1983b, SANTO, 1987, SANTINATO et al., 1999b). Trabalhos com espaçamentos envolvendo essas cultivares têm confirmado esses resultados nas primeiras duas e na média de três colheitas (FERRONI et al., 1998, 1999, AUGUSTO et al., 1999) ou na produção acumulada de quatro safras (SIQUEIRA et al. 1983). Resultados semelhantes têm sido encontrados também com a Mundo Novo (ALMEIDA et al., 1983b, SANTO, 1987, FERRONI et al., 1998, 1999). Contudo, ha relatos que a produtividade da Mundo Novo já se equivaleu à da Catuaí (MENDES et al., 1995, SERTÓRIO et al., 1997a, 1998) ou que, a média da produtividade de linhagens, foi maior após oito colheitas (BARROS et al., 1999a), o que causou certa surpresa já que as linhagens da Catuaí vinham normalmente, apresentando melhor desempenho.

Relata-se que na fase de formação não há diferenças de produtividade entre a Catuaí e a Icatu (SERTÓRIO et al., 1997a) enquanto outros informam que a Catuaí tem maior capacidade produtiva que a Icatu na média das primeiras duas (SANTO, 1987, FERRONI et al., 1998, SANTINATO et al., 1999b), três (FERRONI et al., 1999, SANTINATO et al., 1999c) ou quatro colheitas (SIQUEIRA et al., 1983), mas não na média de cinco safras (SILVA et al., 1999).

As cultivares de porte alto Acaiá e Icatu não diferiram entre si quando plantadas nos espaçamentos 4,0 x 2,0m e 4,0 x 1,0m, com duas e uma planta por cova, respectivamente (SIQUEIRA et al., 1983). A Icatu 2945 também não diferiu da Mundo Novo 379-19 na média das primeiras três (SERTÓRIO et al., 1997a) ou quatro (SERTÓRIO et al., 1998) colheitas. Na média das duas primeiras colheitas e dez espaçamentos, ligeira superioridade da Icatu em relação a Acaiá 474-19 e Mundo Novo 376-4 tem sido relatada (FERRONI et al., 1998), posição que se inverteu quando, no cálculo, se incluiu a colheita seguinte (FERRONI et al., 1999).

Na média das cultivares, o maior total de café beneficiado nas diferentes densidades de plantio foi obtido com a população de 10000 plantas por hectare (Tabela 18). Analisando-se o total de café beneficiado no quadriênio e, relacionando-se a produção ao espaçamento descrita pela equação $y = -0,00016x^2 + 2,263553x + 1521,35750$ para a Acaiá (Figura 14), $y = -0,000136x^2 + 2,372147x + 1562,76446$ para a Catuaí (Figura 15), $y = 0,67326x + 3234,46002$ para a Icatu (Figura 16), $y = -0,000125x^2 + 2,48739x + 560,62481$ para a Obatã (Figura 17), pode ser concluído que a população ótima para a obtenção da máxima produtividade no período estudado corresponde para a Acaiá a 7074 plantas.ha⁻¹, para Catuaí a 8721 plantas. ha⁻¹, para a Icatu a 7692 plantas. ha⁻¹ e para a Obatã a 9950 plantas. ha⁻¹.

5. Cafeeiros de porte alto possuem maior diâmetro da base da copa que cafeeiros de porte baixo, da qual perdem ramos quando plantados em densidade maior que 5000 plantas por hectare.

6. A Icatu Amarelo (IAC 2944) produz menor quantidade por planta que a Catuaí Amarelo (IAC 47) e a Obata (IAC 1669-20).

7. A densidade ótima de plantas para a obtenção da produção máxima de café beneficiado no primeiro quadrênio de colheitas foi 7074, 8721, 7692 e 9950 plantas por hectare

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi desenvolvido pode-se concluir que:

1. O aumento da densidade de plantio influencia positivamente a altura e negativamente o diâmetro do caule e da base da copa dos cafeeiros, permanecendo inalteradas as diferenças que agrupam os cafeeiros em porte alto e porte baixo.
2. O aumento da densidade de plantio diminui a produção de café beneficiado por planta e aumenta a produtividade.
3. O plantio de duas mudas por cova aumenta a altura e diminui o diâmetro do caule, mas não altera a altura ou o diâmetro da base da copa dos cafeeiros, bem como condiciona menor produção de café beneficiado por planta, e não concorre para a maior produtividade.
4. Cafeeiros de porte baixo são mais produtivos que cafeeiros de porte alto, enquanto os de mesmo porte não diferem entre si quanto à produção de café beneficiado.



5. Cafeeiros de porte alto possuem maior diâmetro da base da copa que cafeeiros de porte baixo, da qual perdem ramos quando plantados em densidade maior que 5000 plantas por hectare.
6. A Icatu Amarelo (IAC 2944) produz menor quantidade por planta que a Catuai Amarelo (IAC 47) e a Obatã (IAC 1669-20).
7. A densidade ótima de plantio para a obtenção da produção máxima de café beneficiado no primeiro quadriênio de colheitas foi 7074, 8721, 7692 e 9950 plantas por hectare respectivamente, para as cultivares, Acaiá (IAC 474-19), Catuai Amarelo (IAC-47), Icatu Amarelo (IAC 2944) e Obatã (IAC 1669-20).

ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Estudo de diversas modalidades de plantio concentrado em relação ao plantio tradicional de cafeeiros – Mundo Novo – no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, 1979, Araxá. Resumos. São Paulo: Songress-Rioar Industrial e Comércio Ltda., 1980. CD-ROOM.

ALMEIDA, S. R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Estudo de diversas modalidades de plantio concentrado em relação ao plantio tradicional de cafeeiros – cultivar Mundo Novo – no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. Anais. Rio de Janeiro: IBC, 1983a. p. 308-310.

ALMEIDA, S.R., ARAÚJO NETO, E., CARVALHO, A. Produtividade de híbridos de Mundo Novo, Catuai, Bourbon Amarelo, Calinor, Catinda no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. Anais. Rio de Janeiro: IBC, 1983b. p.366-367.



ALMEIDA, S.R., CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de café arábica, Mundo Novo e Catuaí, - resultados preliminares das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1987. p. 203-207.

ALMEIDA, S.R., CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de café arábica, Mundo Novo e Catuaí, - resultados de sete colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, 1991. Trabalhos apresentados. Rio

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Estudo de diversas modalidades de plantio concentrado em relação ao plantio tradicional do cafeeiro – Mundo Novo- no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, 1979, Araxá. **Resumos**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- ALMEIDA, S. R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Estudo de diversas modalidades de plantio concentrado em relação ao plantio tradicional do cafeeiros – cultivar Mundo Novo – no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de Janeiro: IBC, 1983a. p..308-310.
- ALMEIDA, S.R., ARAÚJO NETO, K., CARVALHO, A. Produtividade de linhagens de Mundo Novo, Catuaí, Bourbon Amarelo, Catimor, Catindu no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de janeiro: IBC, 1983b. p.366-367.

- ALMEIDA, S.R., CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de café arábica, Mundo Novo e Catuaí, - resultados preliminares das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1987. p. 205-207.
- ALMEIDA, S.R., CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de café arábica, Mundo Novo e Catuaí, - resultados de sete colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, 1991. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1991. p. 69.
- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B. Comparação de sistemas de plantio com mudas simples e duplas, com diferentes números de mudas por cova. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, 1980, Campos de Jordão. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1980. p. 52-61.
- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B. Comparação de sistemas de plantio com mudas simples e duplas, com diferentes números de mudas por cova. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, 1981, São Lourenço. **Resumos.** São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., FRANCO, C.M. Influência do enfolhamento sobre a frutificação do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, 1976, Caxambu. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 268-269.
- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Comparação de sistemas de plantio com mudas simples e duplas, com diferentes números de mudas por cova. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1984. p.108-110.



- ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Efeito da densidade foliar sobre a queda de frutos e a produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983c. p. 389-391.
- ANDROCIOLI FILHO, A. Procedimentos para o adensamento de plantio e contribuição para o aumento da produtividade. p. 249-281. In: CARAMORI, P.H., ANDROCIOLI FILHO, A, LIBERAL., E. G., CHAVES, J.C.D., CARNEIRO, R.G. (eds). Simpósio Internacional sobre café adensado, 1994., Londrina, **Anais**. Londrina: IAPAR, 1996. 320p.
- ANDROCIOLI FILHO, A., SIQUEIRA, R. O diâmetro da saia do cafeeiro como critério para ajustes de espaçamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. **Resumos**. Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFE, 1993. p.16-17.
- ANDROCIOLI FILHO, A., SIQUEIRA, R. Produção de café em diferentes espaçamentos na região do norte pioneiro do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996 **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1996. p. 95-96.
- ARRUDA, F.B., WEILL, M. DE A.M., IAFFE, A., SAKAI, E., PIRES, R.C.DE M. Estudo da influência do clima e da disponibilidade hídrica na produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Pindorama, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca, **Trabalhos apresentados**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- AUGUSTO, H.S., MARTINEZ, H.E.P., SAMPAIO, N.F., PEREIRA, A.A. Produtividade de variedades de *Coffea arabica* L. em espaçamento superadensado. In: CONGRESSO



- BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999. p.85-86.
- BAGAZO, J.C.E.O., VIEIRA, J.M., PAULA, J.F. DE, Competição de cultivares de café (*Coffea arábica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, 1975, Curitiba. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1975. p. 123-125.
- BARROS, U.V., BARBOSA, C.M., MATIELLO, J.B., ALMEIDA, S.R., RIBEIRO, A. Comportamento a longo prazo, de linhagens comerciais, de Mundo Novo e Catuaí e seleções de Icatu, na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999a. p.28-29.
- BARROS, U.V., BARBOSA, C.M., MATIELLO, J.B., FAZUOLI, L.C. Comportamento de seleções de Icatu, de Sarchimor (Obatã e Tupi) e de linhagens de Catuaí, oriundos do IAC-Campinas, na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999b. p.25-26.
- 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 LVH na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1998. p. 65-67.
- 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 LVH na Zona da



- Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999c. p. 183-185.
- BARROS, U.V., SANTINATO, R., FIGUEIREDO, J.P., SILVA, O.A. Plantio do cafeeiro com diferentes números de mudas simples e múltiplas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. São Paulo-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- BARROS, U.V., SANTINATO, R., BARBOSA, C.M. Comportamento fisiológico do cafeeiro Catuaí H 2077-2-5/44 cultivado em solo LVA no sistema adensado 1,75 x 0,75m (7610 pl/ha) nas condições da Zona da Mata Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, 1997. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1997. p. 34-36.
- BARTHOLO, G.F., CHEBABI, M.A.A. Melhoramento do cafeeiro: Recomendação das linhagens das variedades cultivadas. **Informe Agropecuário**, v. 126, n. 11, p. 47-50, 1985.
- BELLAVITA, O., MORALES, A. Comparación entre la siembra y la poda en vivero de una e dos plantas de café por bolsa. **Agronomia Tropical**, v.18, nº 2, p. 293-299, 1968.
- BROWNING, G., FISHER, N.M. High Density Coffee: Yield results for the first cycle from systematic plant spacing designs. **Kenya Coffee**, s.v., p.209-217, 1976.
- CAMARGO, A.P DE. As oito fases fenológicas da frutificação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- CAMARGO, A.P. DE, ALMEIDA, S.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Ensaio de espaçamentos progressivos em Varginha – MG. Resultados das sete primeiras colheitas.

CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, 1985, Caxambu.

Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1985a. p. 36-37.

CAMARGO, A.P. DE, ALMEIDA, S.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Ensaio de espaçamentos progressivos em Varginha, sul de MG. Resultados das duas primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, 1980, Campos de Jordão. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1980. p. 21-22.

CAMARGO, A.P. DE, ALMEIDA, S.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Ensaio de espaçamentos progressivos em Varginha – MG. Resultados das cinco primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983a. p. 246-249.

CAMARGO, A.P. DE, DANTAS, F.A. DE, SANTINATO, R, MATIELLO, J.B., CASTRO, R.R.N. DE. Influência de espaçamentos, entre linhas e entre covas, de café cultivar Catuai nas condições de Brejão – PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13, 1986, São Lourenço. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC, 1986. p. 164-167.

CAMARGO, A.P. DE, DANTAS, F.A. DE, SANTINATO, R, MATIELLO, J.B., CASTRO, R.R.N. DE. Influência de espaçamentos, entre linhas e entre covas, de café cultivar Catuai nas condições de Brejão – PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Resumos.** Rio de Janeiro, IBC, 1987. p. 38-41.

CAMARGO, A.P. DE, DANTAS, F.A. DE, MATIELLO, J.B., SANTINATO, R. Influência de espaçamentos, entre linhas e entre covas, de café cultivar Catuai nas condições de Brejão – PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, 1990, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados.** 1990. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1990. p. 122-123.



- CAMARGO, A.P. DE, JABOR, J.F., PAULINO, A.J., BRAGANÇA, J.B. Produção de café, por cova e por área, nas duas primeiras colheitas de ensaio de espaçamentos duplamente progressivos, em Venda Nova – ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, 1981, São Lourenço. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1981. p. 85-93.
- CAMARGO, A.P. DE, REIS, G.N., MATIELLO, J.B. Produção de café até o sexto ano em ensaio de espaçamentos progressivos aritmeticamente entre linhas, com diferentes distâncias entre covas, em Vitória da Conquista, Ba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, 1985, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1985b. p. 26-29.
- CAMARGO, A.P. DE, REIS, G.N., MATIELLO, J.B. Produção de café nas duas primeiras colheitas de espaçamentos progressivos aritmeticamente entre linhas e várias combinações entre covas, em Vitória da Conquista, Ba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983b. p. 232-235.
- CAMARGO, A.P. DE, ALMEIDA, S.R. DE, MATIELLO, J.B. Ensaio de espaçamentos progressivos de café delineamento e resultados da primeira colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, 1979, Araxá. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1979. p. 11-15.
- CARVAJAL, J.F. Manejo das plantações de café na América Central In: MALAVOLTA, E., YAMADA, T., GUIDOLIN, J.A. (Coord.). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1981. p. 195-212.

- CARVALHO, A. Novo sistema de plantar café. **Boletim da superintendência dos serviços do café**, v. 34, nº 388, p. 16-17, 1959.
- CARVALHO, A., FAZUOLI, L.C. Café. In: FURLANI, A.M.C, VIEGAS, G.C. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1993. V2, p. 29-76.
- CARVALHO, A., FAZUOLI, L.C., COSTA, W.M. Melhoramento do cafeeiro. XLI. Produtividade do Híbrido de Timor, de seus derivados e de outras fontes de resistência a *Hemileia vastatrix*. **Bragantia**, v. 48, p.73-86, 1989a.
- CARVALHO, A., ESKES, A.B., FAZUOLI, L.C. Breeding for rust resistance in Brazil. In: KUSHALAPPA, A. C., ESKES, A.B. (Ed.). **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Raton, CRC Press, 1989b. p. 295-307.
- CARVALHO, A., MEDINA FILHO, H., FAZUOLI, L.C., GUERREIRO FILHO, O., LIMA, M.M.A. Aspectos genéticos do café. **Revista Brasileira de Genética**, v. 14, n.1, p. 135-183, 1991.
- CARVALHO, A., MEDINA FILHO, H.P., FAZUOLI, L.C., COSTA, W.M. Número de locos e ação gênica de fatores para porte pequeno em *Coffea arábica* L. **Bragantia**, v. 43, nº 2, p. 425-442, 1984.
- CARVALHO, A., MÔNACO, L.C. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de *Coffea arábica*. **Bragantia**, v. 31, p. 379-99, 1972.
- CARVALHO, A., MÔNACO, L.C., FAZUOLI, L.C. Melhoramento do cafeeiro XXXV. Altura e profundidade das plantas e características das sementes de progênes e híbridos de café plantados a uma e quatro plantas por cova. **Bragantia**, v. 34, nº 20, p. 295-308, 1975.



- CARVALHO, A., REIS, A.J., FAZUOLI, L.C., COSTA, W.M. DA. Comportamento de Catuaí e cultivares de porte pequeno em Ribeirão Preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6, 1978. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1978. p. 211-212.
- CARVALHO, M.M. DE, SOUZA, P. DE. Comportamento de cafeeiros em diferentes sistemas de plantio, antes e após a recepa, em Lavras, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, 1980, Campos de Jordão. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1980. p. 399-402.
- CAVICHIOLO, J.C. Efeitos de iluminação artificial sobre o cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora eduli Sims f. flavicarpa Deg*). Jaboticabal, 1998. 124p. Dissertação (Mestre), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- CASTRO, L.H.M., FURLANI JR., E. (Coord.). **Instituto Agrônomo: Cultivares Elite 1997**. Instituto Agrônomo, Campinas, 1997. 57p.
- CORRÊA, J.B. GARCIA, A.W.R., COSTA, F. C. DA. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1984. p. 174-175.
- CORRÊA, J.B. GARCIA, A.W.R., COSTA, F. C. da. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, 1985, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1985. p.23-26.
- CORRÊA, J.B. GARCIA, A.W.R., COSTA, F. C. DA. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13,



1986, São Lourenço. **Resumos.** São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.

CORTES, S. Influencia de las altas densidades de plantación sobre la abscisión de los frutos en Coffea arabica L. a plena exposición solar. **Cultivos Tropicales**, v. 7, nº. 2, p.155-161, 1985.

COSTA, W.M., FAZUOLI, L.C., NUNES, J.B.P., BARONI, R.L. Seleções regionais de Catuaí – Comportamento de populações na região da Alta Paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983a. p. 104-105.

COSTA, W.M., FAZUOLI, L.C., NUNES, J.B.P., BARONI, R.L. Seleções regionais de Mundo Novo – Comportamento de populações na região da Alta Paulista (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983b. p. 105-107.

DAAG, M. (1969). Water requirements of coffee. HUXLEY, P.A. (Ed.). **Intensification of coffee growing in Kenya. Proceedings of a symposium.** Dec. 1968, p.61-63.

ESPÍRITO SANTO, J.G. Ensaio com linhagens de *Coffea arábica* de porte baixo e de porte alto na região de Jequitinhonha – MG – Resultados preliminares. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1987. p. 160-162.

FAZUOLI, L.C. Genética e Melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade.** SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE



- DO CAFEIRO, I., 1986, Poços de caldas. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Fosfato e da Potassa, 1986. p. 87-113.
- FAZUOLI, L.C. **Metodologia, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. Campinas, 1991. 322p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- FAZUOLI, L.C. Contribuição da pesquisa para a obtenção de cafeeiros adaptados ao plantio adensado.. In: CARAMORI, P.H., ANDROCIOLI FILHO, A., LIBERAL, E.G., Chaves, J.C.D., Carneiro, R.G. (eds). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO**, 1994, Londrina. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 3-43.
- FAZUOLI, L.C., CARVALHO, A., GUERREIRO FILHO, O., COSTA, W.M. Avaliação de seleções regionais de linhagens dos cafés Mundo Novo e Acaiá, em comparação com algumas de Icatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1989. p.124-126.
- FERRONI, J.B., ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Interação entre variedades e espaçamentos de rua e de linha no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1988. p. 316-317.
- FERRONI, J.B., ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Interação entre variedades e espaçamentos de rua e de linha no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.

- FISHER, N.M., BROWNING, G. Some effects of irrigation and plant density on the water relations of high density coffee (*Coffea arabica* L.) in Kenya. **Journal of Horticultural Science**, v. 54, n. 1., p. 13-22, 1979.
- FISHER, N.M., BROWNING, G. The water requirement of high density coffee: I. Responses to irrigation and plant water stress measurements. **Kenya Coffee**, v. 43, nº 503, p.43-46, 1978.
- FREIRE, A.C. Disponibilidade diária de água no solo, no período de 1974 a 1984 e seus reflexos na granação, qualidade e rendimento do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA: 1984. p. 113-114.
- GARCIA, W.R., JAPIASSU, L.B., FROTA, G.B. Longevidade do cafeeiro em diferentes espaçamentos após ciclo de podas entre 1977 e 1999. In: CONGRESSO BRASILEIROS DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- GARCIA, A.N., RIVAS, V., BELLAVITA, O. Comparación de varias densidades de siembra en cafetales. **Agronomia Tropical**, v. 17, nº 3, p. 187-193, 1967.
- GATHAARA, M.P.H. Pruning arabica coffee: some physiological aspects to consider. **Kenya Coffee**, v.61, nº 717, p. 2261-2262, 1996.
- GATHAARA, M.P.H., KIARA, J.M. Factors that influence yield in close-spaced coffee.1. Light, dry matter production and plant water status. **Kenya Coffee**, v. 49, n. 580 p.203-211, 1984.
- GATHAARA, M.P.H. Tree performance at close-spacing as influenced by pruning cycle and site. **Kenya Coffee**, v. 53, n. 626, p. 479-482, 1988.

- GATHAARA, M.P.H., KIARA, J.M. Factor that influence yield inclose-spaced coffee. Kenya Coffee 1 – Yield components. **Kenya Coffee**, v. 50, n 587, p. 387-392, 1985.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 8. Ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1978. 430p.
- GROHMAN, F., CAMARGO, A.P., DESSIMONI, L.M. Consumo de agua disponible no solo nas diferentes fases fenológicas do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983. p. 33-34.
- HUERTA, A., ALVIM, P. DE T. Índice de área foliar y su influencia en la capacidad fotosintética del cafeto. **Cenicafé**, v. 13, p.75-84, 1962.
- HUXLEY, P.A., CANNEL, M.G.R. Some crop physiological factors to be considered in intensification. In: HUXLEY, P.A. (ed.). **Intensification of coffee growing in Kenya**. 1968. p. 45-54.
- KIARA, J.M., STOLZI, L.H. The effects of tree density and irrigation on coffee growth and production in Kenya. **Applied Agricultural Research** , v. 1, p.26-31, 1985.
- KRUG, C.A., MENDES, J.E.T., CARVALHO, A. Taxonomia do *Coffea arábica* L. II. *Coffea arábica* L. Var. Caturra e sua forma xanthocarpa. **Bragantia**, v. 9, n. 9-12:, p. 157-163, 1949.
- KUMAR, D. Investigation into some physiological aspects of high density planting of coffeese (*Coffea arabica* L.). **Kenya Coffee**, v .43, p. 263-272, 1978.
- KUMAR, O., TIESZEN, L.T. Some aspects of photosynthesis and related process in *Coffea arabica* L. **Kenya Coffee**, v. 4, n. 86, p. 309-315, 1976.

LAZZARINI, W., MORAIES, F.R.P. Ensaio de espaçamento, número de pés e fertilização .

In: Reunion Latinoamericana de Fitotecnia, 7, 1967, Maracay. **Resumos**. Maracay: ALAF, 1967. p.224.

LEVY F.A., BOGDAN, I. FERRAZ, J.T., DELLA TORRE, M.A. Precocidade de maturação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1989. p.155-157.

LEVY, F., SANTINATO, R., SORAGGI, R.V., WILSON, C. Espaços na linha de plantio para o cafeeiro variedade Icatu 2944 nas condições de cerrado do alto Paranaíba – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21, 1995, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA: 1995. p. 170-171.

LIBRAN, L., MORALES, D., CORTES, S. Estudio preliminar sobre la intensidad transpiratoria del cafeto cultivado a diferentes densidades de plantación. **Cultivos Tropicales**, v. 7, n. 2, p. 109-11, 1985.

MATIELLO, J.B., ALMEIDA, S.R., FRANCO, C.M. Efeito da época de colheita sobre a produção de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5, 1977, Guarapari. **Resumos**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.

MATIELLO, J.B., BARROS, U.V., BARBOSA, C.M. Observações sobre o efeito da estiagem em cafeeiros com várias densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21, 1995, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA , 1995a. p.165-166.

MATIELLO, J.B., BARROS, U.V., BARBOSA, M.C. Observações sobre a ramificação de cafeeiros Catuaí sob efeito de vários espaçamentos na rua e na linha. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999. p. 33-34.
- MATIELLO, J.B., BARROS, U.V., BARBOSA. Observações sobre o nível e causas predominantes da desfolha em cafeeiros em várias densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. 1996a. **Trabalhos apresentados.** São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E., VIEIRA, E., ARANHA, E. Novas observações sobre efeitos hídricos no pegamento da florada de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21, 1995, Caxambu. 1995b. **Trabalhos apresentados.** São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- MATIELO, J.B., CAMPOS, R., VIEIRA, E. Novo padrão tecnológico do café arábica, em regiões quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1996b. p. 69-70.
- MEDINA FILHO, H.P., SONDHAL, M.R., CARVALHO, A., MÔNACO, L.C. Cultivares de *Coffea arábica* submetidos a dois fotoperíodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, 1975, Curitiba. **Resumos.** São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda., 2000. CD-ROOM.
- MELLO, M.H.A., PEDRO JR., M.J., LOMBARDI NETO, F. Potencialidades Agrícolas das Terras do Estado de São Paulo. In: LOMBARDI NETO, F., DRUGOWICH M.I. (Coordenadores). **Manual técnico de manejo e conservação do solo.** V. II. Campinas: CATI, 1994. (Manual 39). p. 1-69.

- MENDES, J.E.T. Sistema brasileiro de plantar café. **Boletim da Superintendência dos Serviços do Café**, v. 31, nº 349, p.7-10, 1956.
- MENDES, A.N.G., GUIMARÃES, P.T.G., BERTHOLO, G.F. Estudo do adensamento de plantio das cultivares Catuaí vermelho e Mundo Novo no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21, 1995, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. São Paulo: Sonopress-Rimo Indústria e Comércio Ltda, 2000. CD-ROOM.
- MIGUEL, A.E., ALMEIDA, S.R., MATIELLO, J.B., CARVALHO, S.P. Efeito da redução do espaçamento entre plantas na linha, em cultivares Catuaí Vermelho e Mundo Novo plantados no sistema adensado e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13, 1986, São Lourenço. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA: 1986. p. 94-96.
- MIGUEL, A.E., FRANCO, C.M., MATIELLO, J.B., NETTO, K.A. Influência do déficit hídrico em diferentes épocas após a floração, no desenvolvimento de frutos do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, 1976, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 184-187.
- MIGUEL, A.E., GARCIA, A.W.R., MARTINS, M., FIORAVANTE, N. Efeito de 3 níveis de adubação N e K em cafeeiros Mundo Novo, Catuaí e Catimor, plantados em duas densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983a. p. 289-291.
- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B., ALMEIDA, S.R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E. ROCHA, E., YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade**. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A

- PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1, 1986, Poços de caldas. **Anais.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Fosfato e da Potassa, 1986. p. 303-322.
- MIGUEL, A.E., PAULINO, A.J, MATIELLO, J.B., BRAGANÇA, J.B. Comparação entre sistemas de plantio concentrado e plantio tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, 1979, Araxá. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1979. p. 167-170.
- MIGUEL, A.E., PAULINO, A.J, MATIELLO, J.B., JABOR, J.F.,BRAGANÇA, J.B. Comparação entre sistemas de plantio condensado e plantio tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983b. p.204-206.
- MIGUEL, A.E., REIS, G.N. DOS, MATIELLO, J.B. Influência do “déficit” hídrico em diferentes períodos após a floração no rendimento e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, 1993, Três Pontas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1993. p. 9-11.
- MIGUEL, A.E., REIS, G.N. DOS, MATIELLO, J.B., MATIELLO, J.B., OLIVEIRA, J.A. Estudo da distância entre mudas de café na cova, em diferentes espaçamentos na linha (entre covas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1987. p. 131-133.
- MIGUEL, A.E., TOLEDO, A.R., VIANA, A.S. Disponibilidade de água em latossolo vermelho-escuro cultivado com cafeeiros, em sistema de plantio adensado e tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21, 1995, Caxambu. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1995. p.19-21.



- MITCHELL, H.W. Experiment Agronomy. In: **Annual Report 1970/71**. Ruiru: Coffee Research Foundation Kenya, 1971. p.26-37.
- MITCHELL, H.W. Research on close spacing systems for intensive coffee production. In Kenya. In: **Annual Report for 1974/75**. Ruiru: Coffee Research Foundation Kenya, 1976. p. 13-58.
- MÔNACO, L.C., CARVALHO, A. Coffee breeding for leaf rust resistance. In COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA CHIMIE DES CAFÉS, 7, 1975, Hambourg. Hambourg: ASSIC, 1975. p. 437-445.
- MÔNACO, L.C., CARVALHO, A. , ROCHA, T.R.. Melhoramento do cafeeiro. XXVIII – Ensaio de seleções regionais em Mococa. **Bragantia**, v. 24, n. 2, p. 9 – 27, 1965.
- NJOROGE, J.M., WAITHAKA, K., CHWEYA, J.A. The influence the tree training and plant density on growth, yelds components and yield of arabica coffee cv Ruiru 11. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, nº 5, p. 695-702, 1992.
- OLIVEIRA, J.A., MATIELLO, J.B., MIGUEL, A.E. Curvas de produção de cafeeiros Catuai em ensaios de espaçamentos progressivos na Zona da mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16, 1990, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA , 1990. p. 32-35.
- PAULINO, A.J., FAZUOLI, L.C. Avaliação de germoplasma de linhagens nacionais de C. arábica no Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4, 1976, Caxambu. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1976. p. 68.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, v. 44, n. 4, p.227-231, 1994.

- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., ROTH, C.H. Manejo da densidade populacional de cafeeiro como fator melhorador a fertilidade do solo e da produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, 1991, Varginha. **Resumos**. Rio de Janeiro: MAARA, 1991. p. 24.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., COLOZZI FILHO, A., BALOTA, E.L. High coffee population density to improve fertility of an oxisol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p.459-465, 1999.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, v. 41, n.1, p.5-11, 1989.
- PERES, S. V. 25 años de investigación sistematica del cultivo del café, 1950-1975. Compañía Constarricense de Café S.A. (CAFESA), 1975, 21p.
- PRADO, H. DO, TREMOCOLDI, W.A., MENK, J.R.F. Levantamento pedológico detalhado do Núcleo de Agronomia da Alta Paulista, Adamantina, SP. **Boletim Científico**. Campinas: Instituto Agrônomo, sd. 23p. (no prelo)
- RAIJ, B. VAN, FERNANDES, R.D., OLIVEIRA, E.G., MALAVOLTA, E., CERVELLINI, G.S., CANTARELLA, H., BARROS, I., TOLEDO FILHO, J.A., PEREIRA, L.C.E., GALLO, P.B., THOMAZIELLO, R.A., BONINI, R., COSTA, T.E. (Grupo Paulista de Adubação do Cafeeiro). Café. P. 97-101. In: RAIJ, B. VAN, CANTARELLA, J.A, QUAGGIO, J.A, FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- REIS, C.R. DOS, SANTINATO, R., FERNANDES, A.L.T., SILVA, E. DA, ANDRADE, J.J.O. Comportamento das variedades Icatu 2944, Catucaí JB1, Catucaí H2077-2-5/44 e Catucaí H2077-2-5/144 nas condições edafo-climáticas de Pedra Preta (MT) sob irrigação

- por pivô central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999. p. 275.
- RENA, A.B. CAFEEIRO: Efeitos da seca sobre as duas próximas safras de café. **Informativo GARCAFÉ**, Garça, n.47, 1999. p.12. In: **Informações Agronômicas**, n. 89, março, p. 14, 2000.
- RENA, A.B., MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: Castro, R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 119-147.
- RENA, A.B., MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade**. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1, 1986, Poços de caldas. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Fosfato e da Potassa, 1986. p. 13-85.
- RENA, A.B., NACIF, A.P., GONTIJO, P.T.G., PEREIRA, A.A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1996. p.72-85.
- RENA, A.B., NACIF, A.P., GUIMARÃES, P.T.G., BARTHOLO, F.G. Plantios adensados de café: Aspectos morfológicos, ecofisiológicos, fenológicos e agronômicos. **Informe Agropecuário**, v.19, n.193, p.61-70, 1998.
- RIVERA, R. Crecimiento, nutricion y fertilizacion (NPK) Del cafeto a plena exposicion solar, sobre solos ferralíticos rojos. Principales resultados obtidos por el INCA en el periodo 1973-1989. **Cultivos Tropicales**, v.14, n. 2-3, p.5-26, 1993.

- SANTINATO, R., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Espaçamento hiper, super, adensado e largo na rua de plantio para cafeeiros variedade Mundo Novo 379/19, porte alto – Pinhal – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, 1997. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1997. p. 136-139.
- SANTINATO, R. SERTÓRIO, R., FERNANDES, A.L.T., SILVA, V.A. CARVALHO, R. Espaçamentos hiper, super, adensado e largo na rua de plantio para cafeeiros variedade Mundo Novo 379/19 porte alto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999a. p.283-284.
- SANTINATO, R. SOROAGGI, R., CORÉIA, J.P. Espaçamentos na rua e na linha, para o cultivar Icatu cultivado em solo de cerrado com mecanização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1998a. p. 90-91.
- SANTINATO, R., BARROS, U.V., SILVA, O.A. Colheita precoce do cafeeiro e seus efeitos sobre as primeiras produções e sobre a seca dos ponteiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, 1981, São Lourenço. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1981. p. 357-359.
- SANTINATO, R., ESPÍRITO SANTO, J. DO, FERNANDES, A.L.T., ALVARENGA, M.A. Competição de variedades comerciais no oeste baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1999b. p.273.
- SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Espaçamentos hiper, super e adensado na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes a ferrugem,

variedades Icatu 2944 e Catucaí – Produções até a 5ª safra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1998b. p.311-313.

SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Espaçamentos hiper, super e adensado na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes a ferrugem, variedades Icatu 2944, Catucaí e Mundindu – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, 1997. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1997. p. 199-201.

SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Espaçamentos hiper, super e adensado na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes a ferrugem, variedades Icatu 2944, Catucaí e Mundindu – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1996a. p. 207-212.

SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., SILVA, W.J., CARVALHO, R. Espaçamentos (hiper, super e adensado) na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes a ferrugem, variedades Icatu 2944, Catucaí e Mundindu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, 1994, Guarapari. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1994. p., 176-180.

SANTINATO, R., OLIVEIRA, M.C., SILVA, V.A. Estudo de espaçamento para a variedade de café Icatu 2944 em região de déficit hídrico limitante à cultura do café sob irrigação por aspersão convencional – Bonfinópolis – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. IBC-GERCA, 1996b. **Trabalhos apresentados.** p. 138-139.



- SANTINATO, R., SERTÓRIO, R., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Estudos de espaçamento e podas de erradicação para cafeeiros superadensado, adensado e renque das variedades Catuaí, Catucaí e Icatu em região montanhosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1999c. p. 165-166.
- SANTINATO, R., SOROAGGI, R. CORREIA, J.P., FERNANDES, A.L.T. Espaçamento na rua e na linha para o cultivar Icatu cultivado em solo de cerrado com mecanização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1999d. p. 280-281.
- SANTO, J.O.E. Ensaio com linhagens de *Coffea arábica* de porte baixo e de porte alto na região de Jequitinhonha – MG- Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1987. p. 160-162.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT user's guide, version 6, fourth edition, v.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SCARANARI, H.J. Espaçamentos para o cafeeiro. **Boletim da Superintendência dos Serviços do Café**, v. 33, n. 375, p. 45-46, 1958.
- SCARANARI, H.J., NOGUEIRA NETO, P. Efeito da densidade de plantio sobre a produção de café. Mundo Novo. **Bragantia**, v. 22, n. 29, p.373-382, 1963.
- SERA, T., PAVAN, M.A., MÔNACO, L.C. Estudo do desenvolvimento do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, 1975, Curitiba. **Resumos**. IBC-GERCA, 1975. p.99-100.



SERTÓRIO, R. SANTINATO, R., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Comportamento do Icatu 2945 em competição com as variedades comerciais Catuaí e Mundo Novo nas condições de Pinhal –SP- fase de formação e produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1998. p.71.

SERTÓRIO, R., SANTINATO, R. SILVA, V.A., CARVALHO, R. Comportamento do Icatu 2945 em competição com as variedades comerciais Catuaí e Mundo Novo nas condições de Pinhal –SP – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1996. p.142.

SERTÓRIO, R., SANTINATO, R., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Comportamento do Icatu 2945 em competição com as variedades comerciais Catuaí e Mundo Novo nas condições de Pinhal –SP – fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, 1997. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1997a. p. 72-73.

SERTÓRIO, R., SANTINATO, R., SILVA, V.A., CARVALHO, R. Espaçamentos hiper, super , adensado e largo na rua de plantio para cafeeiros variedade Mundo Novo 379/19, Porte Alto – Pinhal – São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, 1997. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1997b. p. 72-73.

SILVA, V.A., SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., FERNANDES, A.L.T., CARVALHO, R. Competição entre o cultivar Catuaí Vermelho IAC-144, Icatu IAC-2944, Mundindu seleção Caratinga/Varginha e Catucaí MA-L-36-6 – Seleção Campinas em diferentes espaçamentos na linha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1999. p. 269-270.



SILVA, E. A. DA, MATTA, F.M. DA, BARROS, R.S., REGAZZI, A.J. Periodicidade do crescimento vegetativo em *Coffea arabica* L.: Relações com a fotossíntese em condições de campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, I, 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos**. Poços de Caldas: 2000. p.65-68.

SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A. Ajuste de espaçamentos adensados para cultivares de *Coffea arabica* L. (Catuaí e Mundo Novo) em Londrina-PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 17, 1991. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1991. p. 34-35.

SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., CARAMORI, P.H., PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D. Efeito de oito densidades de plantio na produtividade de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e do híbrido Icatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 16, 1990, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1990. p. 86.

SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D. Densidade de plantio, poda dos primeiros ramos e produção de duas cultivares de café e do híbrido Icatu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, nº 7, p. 763-769, 1983.

THOMAZIELLO, R.A., FAZUOLI, L.C., PEZZOPANE, J.R.M., FAL., J.I., CARELLI, M.L.C. **Café arábica: cultura e técnica de produção**. **Boletim Técnico**, 187. Campinas, Instituto Agrônomo, 2000. 82p.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MAITELLO, J.B., ALMEIDA. E.R. Sistema de plantio do cafeeiro com mudas simples, duplas e podadas no viveiro e os efeitos na produção do cafeeiro – Mundo Novo – em Varginha – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE



PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1989. p. 161-162.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Combinação de densidades de plantio com sistemas de podas no cultivar Mundo Novo – Acaiá, em Varginha - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, 1993, Três Pontas. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1992. p. 109-111.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Combinação de densidades de plantio com sistemas de podas no cultivar Mundo Novo – Acaiá, em Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, 1994, Guarapari. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1994. p.112-115.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Efeito da redução do espaçamento entre ruas e entre plantas na linha no cultivar Catuaí – resultado de 4 colheitas – Varginha, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, 1990, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1990. .p. 120-121.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Efeito da redução do espaçamento entre ruas e entre plantas na linha no cultivar Catuaí – resultado das duas primeiras colheitas – Varginha, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1987. p. 191-192.

TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Estudo de diversos espaçamentos na linha de plantio do cafeeiro Mundo Novo LCP 379-19 – resultados de 7 colheitas. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, 1990, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados.** p. 118-119, 1990b.



- TOLEDO, A.R., MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Estudo de espaçamentos na linha de plantio do cafeeiro Mundo Novo LCP 379-19 – resultados de 8 colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18, 1992, Araxá. **Trabalhos apresentados.** IBC-GERCA, 1992. p.118-119.
- URIBE, A.H., MESTRE, A.M. Efeito de la densidad de la poblacion y su sistema de manejo sobre la produccion de café. **CENICAFE**, v. 31, p.29-51, 1980.
- URIBE, H.A., MESTRE, M.A. Efecto de la distancia de siembra y del numero de plantas por hoyo sobre la producción de café (*Coffea arabica* L. Var. Caturra). **CENICAFÉ**, v. 39, n. 1, p. 15-27, 1988a.
- URIBE, H.A., MESTRE, M.A. Efecto de la densidad de poblacion y de la disposicion de los arboles em la producion de café. **CENICAFE**, v.39, n. 2, p. 31-42, 1988b.
- VALÊNCIA, A.G. Fatores que inciden em la formacion de granos negros e caída de frutos verdes de café. **CENICAFÉ**, v. 24, n. 2, p. 47-55, 1973a.
- VALÊNCIA, A.G. Granos negros y caída de frutos de café. **CENICAFÉ**, Avance Técnico, n. 21, 1972, 4p.
- VALÊNCIA, A.G. Relação entre o índice de área foliar e a produtividade do café. **CENICAFÉ**, v. 23, p. 79-89, 1973b.
- VIANA, A.S., CARVALHO, A.C. DE, AMARAL., H.V. DE. Plantio denso de café em faixas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais.** IBC-GERCA, 1983. p. 380-383.
- VIANA, A.S., CAMARGO, A.P. DE, FREIRE, D. Efeito de espaçamentos progressivos na produção de café por cova e por área. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS



Apêndice 1. Produtividade da cultivar Acaia IAC 474-19 nas diferentes densidades de plantas em cada ano do período experimental.

CAFEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Trabalhos apresentados**. IBC-GERCA, 1984. p.171-174.

VOLTAN, R.B.Q., FAHAL., J.I., CARELLI, M.L.C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 4, n. 2, p. 99-105, 1992.

Ano da colheita	densidade de plantas (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽¹⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
1997	618,07	934,50	2380,13	2370,34	3327,90
1998	1280,38	1694,77	2899,96	2504,39	2816,69
1999	2181,10	2309,90	3501,53	3731,97	1940,02
2000	366,63	577,79	558,96	224,45	237,47

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova

Apêndice 2. Produtividade da cultivar Catuaí Amarelo IAC 47 nas diferentes densidades de plantas em cada ano do período experimental.

Ano da colheita	densidade de plantas (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽¹⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
1997	1058,71	1457,02	2493,29	3091,83	4374,23
1998	1302,40	1318,94	2230,77	2373,97	3348,97
1999	1579,99	2516,71	4919,91	5920,60	3437,44
2000	707,32	785,16	669,83	259,03	464,51

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova

Apêndice 1. Produtividade da cultivar Acaiá IAC 474-19 nas diferentes densidades de plantio em cada ano do período experimental.

Ano da colheita	densidade de plantio (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽²⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
	café beneficiado (kg.há ⁻¹)				
1997	618,01	934,50	2380,15	2870,34	3327,99
1998	1280,38	1694,77	2899,96	2504,39	2816,69
1999	2181,10	2309,90	3501,53	3731,97	1840,08
2000	366,65	577,79	558,96	224,45	237,47

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova

Apêndice 2. Produtividade da cultivar Catuaí Amarelo IAC 47 nas diferentes densidades de plantio em cada ano do período experimental.

Ano da colheita	densidade de plantio (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽²⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
	café beneficiado (kg.há ⁻¹)				
1997	1038,71	1457,02	2493,29	3091,82	4374,23
1998	1302,40	1318,94	2250,77	2373,97	3348,97
1999	1579,99	2516,21	4919,91	5920,60	3437,44
2000	707,32	785,16	669,83	259,03	464,51

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova

Apêndice 3. Produtividade da cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 nas diferentes densidades de plantio em cada ano do período experimental.

Ano da colheita	densidade de plantio (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽²⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
café beneficiado (kg.ha ⁻¹)					
1997	782,01	989,03	1900,00	3159,31	4285,04
1998	1333,98	1117,71	3035,07	3096,51	2796,30
1999	1959,35	1419,07	2310,80	2344,63	2454,18
2000	335,99	409,22	74,47	33,79	21,67

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova

Apêndice 4. Produtividade da cultivar Obatã IAC 1669-20 nas diferentes densidades de plantio em cada ano do período experimental.

Ano da colheita	densidade de plantio (covas.ha ⁻¹)				
	1250 ⁽²⁾	2500 ⁽¹⁾	5000	7519	10000
café beneficiado (kg.ha ⁻¹)					
1997	615,26	1194,06	2650,58	3359,18	4196,92
1998	1230,56	1179,24	3134,85	2992,05	2785,35
1999	1843,51	2155,68	4507,92	5149,63	5815,81
2000	313,02	412,84	436,41	300,13	205,98

⁽¹⁾ Uma planta por cova

⁽²⁾ Duas plantas por cova





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Av. Brasil, 56 Centro

15385-000 Ilha Solteira - SP

www.feis.unesp.br

