

FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO EM CULTIVARES DE CAFEIEIRO ARÁBICA

Rachel Benetti Queiroz-Voltan², Joel Irineu Fahl³, Maria Luiza Carvalho Carelli⁴

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café

² Pesquisador, M.Sc., Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Jardim Botânico/IAC, Campinas-SP, rachelqv@iac.sp.gov.br

³ Pesquisador, Dr., Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica /IAC, Campinas-SP, fahl@iac.sp.gov.br

⁴ Pesquisadora Voluntária, Dra., Bolsista do CBP&D/Café, Campinas-SP, carelli@iac.sp.gov.br

RESUMO: As fases de indução e diferenciação de gemas reprodutivas no cafeeiro não são totalmente conhecidas, mas estão relacionadas com fatores fisiológicos como o fotoperíodo, intensidade de luz, água, temperatura e relação C/N. O meristema axilar de ramos plagiotrópicos inicia a organização de inflorescências sob condições ambientais indutivas. Esse trabalho objetivou estudar a diferenciação das gemas florais e a frutificação de cultivares de cafeeiro arábica desenvolvidos em Campinas-SP. O estudo foi realizado em três cultivares de cafeeiros adultos de *Coffea arabica* L.: ‘Catuaí IAC 81’; ‘Obatã IAC 1669-20’ e ‘Tupi IAC 1669-33’. Lâminas contendo cortes longitudinais-axiais foram analisadas para a caracterização dos estágios de diferenciação histológica das gemas. O desenvolvimento reprodutivo foi avaliado através de medidas de características fenológicas do crescimento de flores e frutos, das trocas gasosas fotossintéticas e do potencial hídrico. Os resultados indicaram que em fevereiro houve formação de gemas em todas as cultivares e, a partir de abril iniciou-se a diferenciação para gemas reprodutivas nas cultivares Obatã e Tupi e, em maio na ‘Catuaí’. No mês de junho quase todas as cultivares possuíam botões florais, com exceção da ‘Catuaí’, que apresentou um atraso no desenvolvimento. O pico de produção de botões florais ocorreu em julho, em todas as cultivares. A ‘Catuaí’ produziu maior número de frutos e o potencial hídrico das folhas também foi menor (menos negativo), indicando que foi mais eficiente no controle da água, em condições de acentuado estresse hídrico no solo.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, indução floral, diferenciação floral, gemas florais, desenvolvimento reprodutivo.

FLOWERING AND FRUCTIFICATION IN COFFEE ARABICA CULTIVARS

ABSTRACT: The reproductive bud induction and differentiation phases in coffee plants are not well known but they are related to physiological factors as well as to photoperiod, light intensity, water and temperature, and C/N ratio. Plagiotrophic coffee branch axillary meristems start inflorescences organization under inductive ambient conditions. This research work aimed at studying the morphological differentiation of bud and fructification in *Coffea arabica* L. cultivars from Campinas, State of São Paulo, Brazil. This study was carried out with three cultivars of *C. arabica*: ‘Catuaí IAC 81’; ‘Obatã IAC 1669-20’ e Tupi IAC 1669-33’. Slides of longitudinal-axial sections were mounted for the characterization of histological stages of bud differentiation. The reproductive development was analysed by measure of growth phenological characteristics, photosynthetic gas-exchange and water potencial. Results indicated that during February all cultivars presented undifferentiated buds and, in April, floral bud differentiation was observed in ‘Obatã’ and ‘Tupi’ and, in ‘Catuaí’, only in May. In June, all cultivars presented developing floral buds, except ‘Catuaí’, that showed some retarding development. The maximum floral buds occurred in July in all cultivars. ‘Catuaí’ produced the largest number of fruits and smaller foliar water potential (less negative), suggesting higher efficiency in control of water, at accentuated soil stress water conditions.

Key words: *Coffea arabica*, floral induction, floral differentiation, floral bud, reproductive development.

INTRODUÇÃO

O florescimento do cafeeiro é promovido por alterações bioquímicas e fisiológicas, ainda não totalmente explicados, que estão relacionados com o fotoperíodo, a intensidade de luz, água, temperatura e relação C/N (Barros et al., 1978). As gemas, formadas nas axilas das folhas, podem se diferenciar em estruturas reprodutivas, formando as inflorescências do tipo glomérulo ou, eventualmente em estruturas vegetativas, originando os ramos. A diferenciação do meristema em gemas reprodutivas é controlada por um estímulo indutivo ainda não totalmente conhecido.

A floração do cafeeiro consiste em diferentes etapas como a indução, a diferenciação, o desenvolvimento, a latência e a antese, sendo a duração de cada uma, variável de acordo com as condições climáticas e, o seu conhecimento é importante para que possamos criar condições adequadas para melhorar a floração e, conseqüentemente a frutificação. Diversos trabalhos tem sido realizados para conhecer as etapas do desenvolvimento floral (Camayo-Vélez & Arcila-Pulgarín, 1996; Majerowicz & Söndahl, 2005; Moens, 1968; Wormer & Gituanja, 1970).

As cultivares de cafeeiro vem apresentando diferenças no crescimento vegetativo, floração e frutificação nas diferentes regiões cafeeiras, indicando que as variações ambientais influenciam de maneira acentuada nesses processos. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar o processo da diferenciação das gemas florais e a frutificação de cultivares de cafeeiro arábica desenvolvidos em Campinas-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma cultura de café de 6 anos de idade, distribuídas em 5 parcelas, no espaçamento 3,0 x 0,75 m, com delineamento de blocos ao acaso, no Centro Experimental de Campinas/IAC-SP (latitude 22°54'S, longitude 47°05'W e 674m de altitude). Avaliou-se a cultivar Catuaí IAC 81 de *Coffea arabica* L. e, os híbridos interespecíficos de *C. arabica* e *C. canephora* Pierre ex A. Froehner, 'Obatã IAC 1669-20' e 'Tupi IAC 1669-33'. Todas as avaliações foram realizadas nos ramos localizados na face voltada para o norte. A condução da cultura foi realizada nas condições ideais de adubação, calagem e de tratos culturais recomendados para seu desenvolvimento (Raij et al., 1997).

Durante o período de fevereiro a junho, ocorreram anormalidades climáticas. A análise das temperaturas médias mostrou que no mês de janeiro até o final de março ocorreram temperaturas médias bem superiores às médias históricas. Ainda no período indutivo foram observadas quedas acentuadas na temperatura, durante os meses abril/maio, fato esse que pode interferir na indução floral.

O desenvolvimento das gemas foi estudado nos 3°, 4° e 5° nós, contados a partir do 1° nó desenvolvido na estação de crescimento, de segmentos de ramos plagiotrópicos, retirados de cinco plantas por tratamento, em intervalos de 20 dias no período de fevereiro a setembro dos anos de 2005 e 2006. As amostras foram fixadas em formaldeído-ácido acético-álcool etílico 50% (Johansen, 1940) e submetidos à vácuo por 48 horas. Posteriormente, os nós foram desidratados em série alcoólica-etélica, incluídos em parafina e seccionados longitudinalmente em micrótomo rotativo manual a 10µm. As lâminas foram coradas com safranina-azul de alcian, montadas em adesivo Permount e analisadas com o auxílio de um microscópio óptico acoplado a uma câmera de captura de imagens.

A morfologia externa dos nós foi caracterizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico, segundo a classificação de Camayo-Vélez e Arcila-Pulgarín (1996), em 5 estágios.

As medidas das trocas gasosas fotossintéticas foram efetuadas no terceiro par de folhas (contados a partir do ápice), em ramos plagiotrópicos, utilizando-se um sistema de portátil (LICOR – LI 6400), em dois períodos: das 9:00 às 11:00 h e das 15:00 às 17:00 h. O desenvolvimento reprodutivo foi avaliado através da contagem do número de frutos ("chumbinhos") presentes no 4° + 5° nós, em 20 ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, para cada cultivar. Neste mesmo mês (período de seca), com as plantas mostrando nítidos sintomas de deficiência hídrica, foi determinado o potencial hídrico (Ψ), utilizando-se a bomba de Scholander, para estimar o efeito das condições climáticas no estado hídrico da planta das diversas cultivares, e conseqüente influência no desenvolvimento e abortamento dos frutos.

A avaliação da floração e frutificação foi efetuada em 04/10/2006, em cinco plantas, medindo-se as seguintes características fenológicas de crescimento dos ramos plagiotrópico de cada planta, contados a partir do ápice: comprimento da folha do 3° nó; comprimento individual dos internódios do 2° ao 4° nó; número de internódios emitidos (contados do ápice até o último nó emitido na estação de crescimento do ano anterior) e número de flores emitidos dos 3° ao 5° nó.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As inflorescências se originam nas axilas foliares, em zonas meristemáticas, através de divisões anticlinais e periclinais, que ocorrem abaixo do dermatogênio. Quando externamente a axila foliar não apresenta um engrossamento externo, isto é, encontra-se no estágio 1, nos cortes histológicos longitudinais, podem ser observadas a ausência (Figura 1A) ou a presença (Figura 1B e C) de gemas indiferenciadas no início do seu desenvolvimento. Essas gemas são denominadas "indiferenciadas" porque inicialmente, as gemas vegetativas e reprodutivas são semelhantes (Figura 1 B a D).

Quando a região do nó encontra-se no estágio 2, isto é, quando há um engrossamento da axila foliar, internamente, observam-se de 3 a 4 gemas, sendo a mais desenvolvida, àquela mais próxima ao eixo do ramo e, assim sucessivamente (Figura 1C). As gemas indiferenciadas (Figura 1D) caracterizam-se por possuir um ápice cônico rodeado por primórdios de brácteas e por estípulas, sendo que nestas últimas há um alto conteúdo de taninos no interior das células. Nos cortes anatômicos observa-se uma organização túnica-corpo, característico das angiospermas, onde a túnica é formada por uma ou duas camadas de células, que se dividem anticlinalmente e, o corpo, por 3 a 4 camadas que se dividem anticlinal e periclinalmente. Elas se diferenciam em gemas reprodutivas quando as células da região central e lateral começam a sofrer várias divisões periclinais resultando numa expansão lateral da base e achatamento da superfície externa (Figura 1E). Essas expansões laterais irão originar o segundo par de brácteas e o pedicelo da futura inflorescência (Dedecca, 1957).

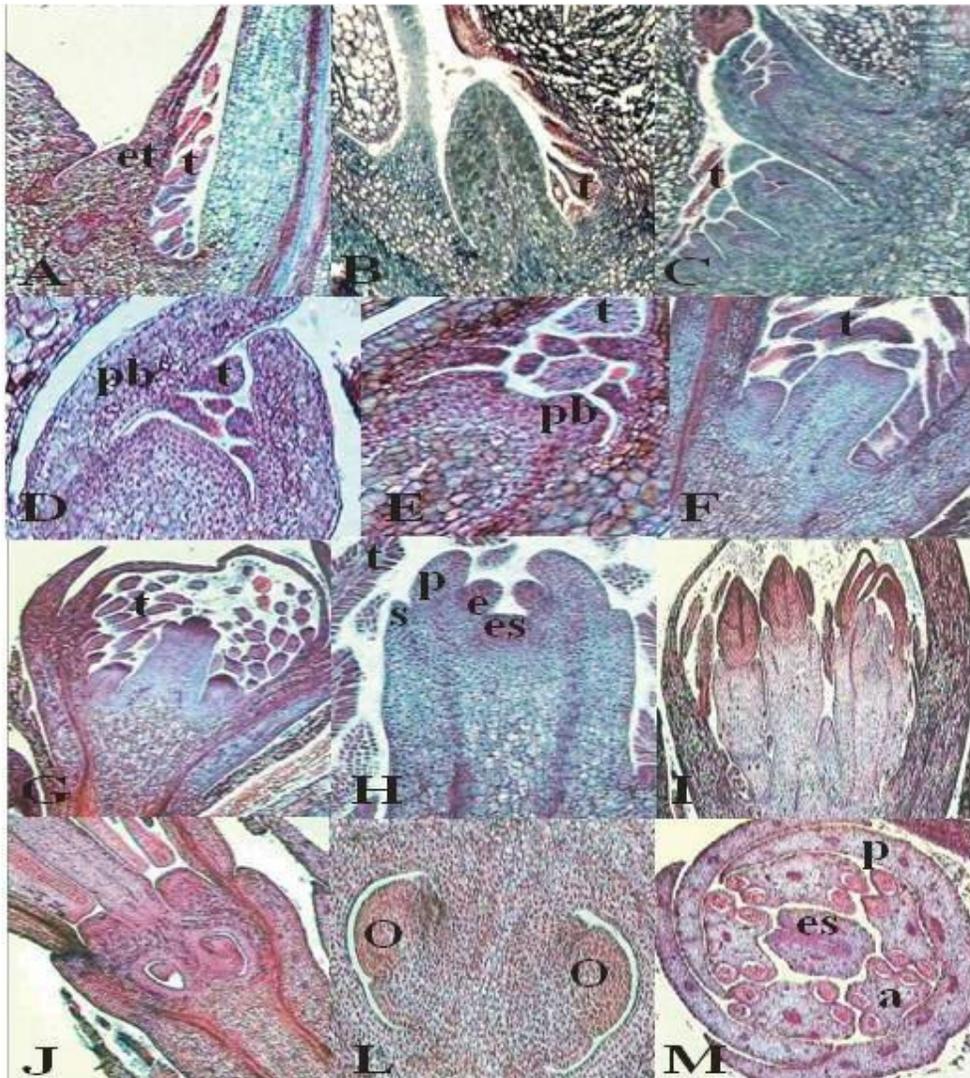


Figura 1 - Cortes longitudinais (A a L) e transversal (M) de *C. arabica*. A: ausência de gema na axila foliar (50x); B: gema indiferenciada no início do desenvolvimento (100x); C: nó com 4 gemas (100x); D: detalhe de gema indiferenciada (300x); E: detalhe de gema reprodutiva (300x); F: inflorescência no estágio inicial de desenvolvimento (100x); G: inflorescência no estágio mediano de desenvolvimento (50x); H: primórdio floral com diferenciação de sépalas, pétalas e estames (200x); I: inflorescência com botões florais diferenciados (50x); J: corte longitudinal de botão floral na região do ovário e estilete (50x); L: detalhe de ovário bilocular com dois óvulos (200x); M: botão floral na região do estigma (50x). a=antera; e= estame; es= estigma; et= estípula; o= óvulo; p= pétala; pb= primórdios bracteais; s= sépala; t= tricoma.

Portanto, quando as gemas reprodutivas são visualizadas nos cortes anatômicos, conclui-se que a indução floral precedeu à data de diferenciação dessas gemas. Isso porque a indução floral é um “sinal fisiológico” para que as gemas indiferenciadas se transformem em reprodutivas (Rena e Maestri, 1986). Através dos cortes anatômicos, é possível caracterizar os primeiros indícios de formação das gemas indiferenciadas, a diferenciação para gemas reprodutivas e, o desenvolvimento das mesmas até a antese.

Os resultados obtidos através dos cortes anatômicos dos 3º, 4º e 5º nós mostraram que no ano de 2006 houve uma antecipação da indução floral em relação ao ano anterior. As gemas reprodutivas foram observadas no mês de abril nas cultivares Obatã e Tupi e, em junho na Catuaí. Como a indução floral precede a diferenciação, estima-se que a indução tenha ocorrido em março nas ‘Obatã’ e ‘Tupi’ e, em maio, na ‘Catuaí’. A ‘Catuaí’ teve um atraso no

desenvolvimento floral em relação às outras cultivares, porém, atingiu o pico de botões florais em julho, juntamente com as demais (Figura 2).

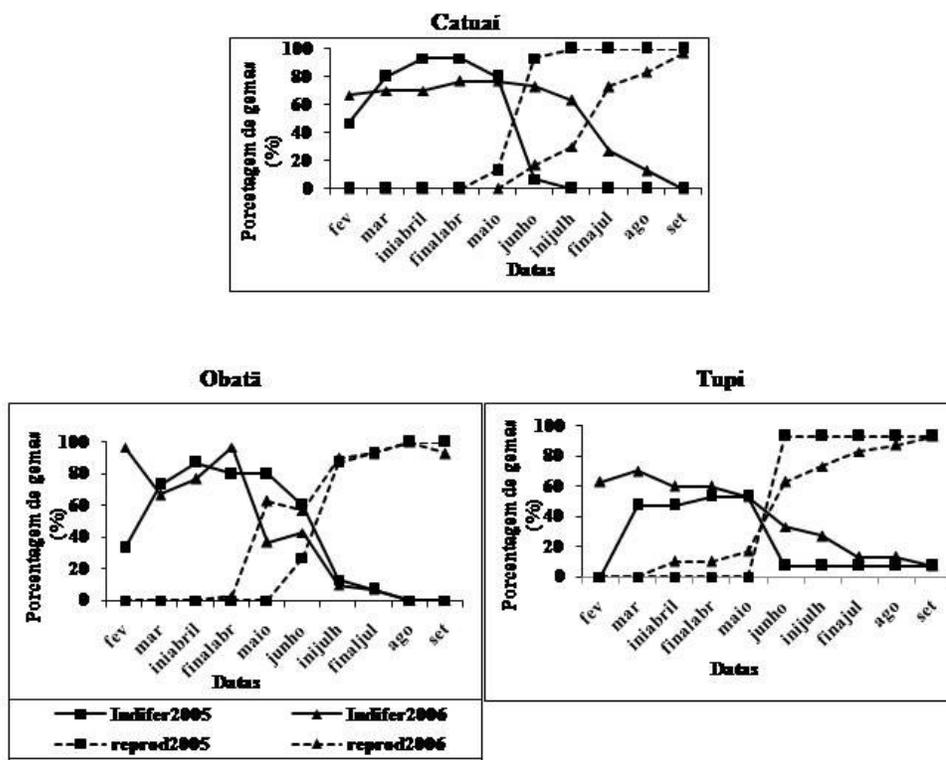


Figura 2 - Distribuição das gemas indiferenciadas e reprodutivas produzidas pelas cultivares Catuaí, Obatã e Tupi, em experimento realizado em Campinas-SP, durante os anos de 2005 e 2006.

No estágio 3 podemos observar a formação das gemas florais da inflorescência (Figura 1 F e G) e a diferenciação das sépalas, pétalas, estames e estigma (Figura 1 H). Primeiramente diferenciam-se as sépalas e, em seguida os primórdios das pétalas, em posição alterna à das sépalas e de disposição imbricada (Figura 1I e M). Os estames são os próximos a se diferenciarem, em posição alterna às pétalas (Figura 1M). Numerosos tricomas foram observados no interior das brácteas e das estípulas (Figura 1 A a H).

A cultivar Catuaí apresentou o maior número de frutos nos 4° + 5° nós (Tabela 1) e de flores (Tabela 2). De forma semelhante, verificou-se que o potencial hídrico (Ψ) das folhas foi menor (menos negativo) na cultivar Catuaí. Esses resultados indicam que, de modo geral, esta cultivar apresenta um melhor controle na perda de água, em relação às 'Tupi' e 'Obatã', mantendo em condições de acentuado estresse hídrico no solo, um melhor estado hídrico da planta, que provavelmente favorece o processo de floração, com conseqüente aumento na produtividade. O comprimento e número de internódios e o comprimento da folha foram semelhantes entre as cultivares (Tabela 2).

Tabela 1. Médias do número de frutos (Chumbinho) e do potencial hídrico de diferentes cultivares de cafeeiro.

	CULTIVARES			
	Catuaí	Tupi	Obatã	F
Nº de frutos	32,8a	19,5b	24,1b	9,63*
Potencial hídrico	-1,74b	-2,11a	-1,93ab	4,38*

* Médias seguidas por letras distintas, na horizontal, diferem entre si ao nível de 5%.

Tabela 2. Médias de características fenológicas de cultivares de cafeeiro.

CULTIVARES	COMPRIMENTO FOLHA (cm)	INTERNÓDIOS				FLORES		
		COMPRIMENTO (cm)			NÚMERO	3°	4°	5°
		2°	3°	4°				
Catuai	10,96a	2,46a	2,68a	2,96a	12,6a	1,0a	0,8a	0,8a
Tupi	14,14a	3,44a	3,86b	4,34a	13,0a	0,0a	0,0a	0,0a
Obatã	11,56a	2,72a	2,80a	2,94a	11,8a	0,6a	0,4a	0,6a

* Médias seguidas por letras distintas, na vertical, diferem entre si ao nível de 5%.

As avaliações de trocas gasosas mostraram que no período da manhã as taxas fotossintéticas das cultivares avaliadas foram, de modo geral, semelhantes (Figura 3). Ao contrário, no período da tarde, onde as medidas foram efetuadas em condições de menor umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas, as taxas fotossintéticas dos híbridos interespecíficos Tupi e Obatã foram inferiores a da cultivar Catuai, a qual apresentou também menor taxa de transpiração neste período, indicando que este material genético apresenta uma maior eficiência no uso da água em condições adversas.

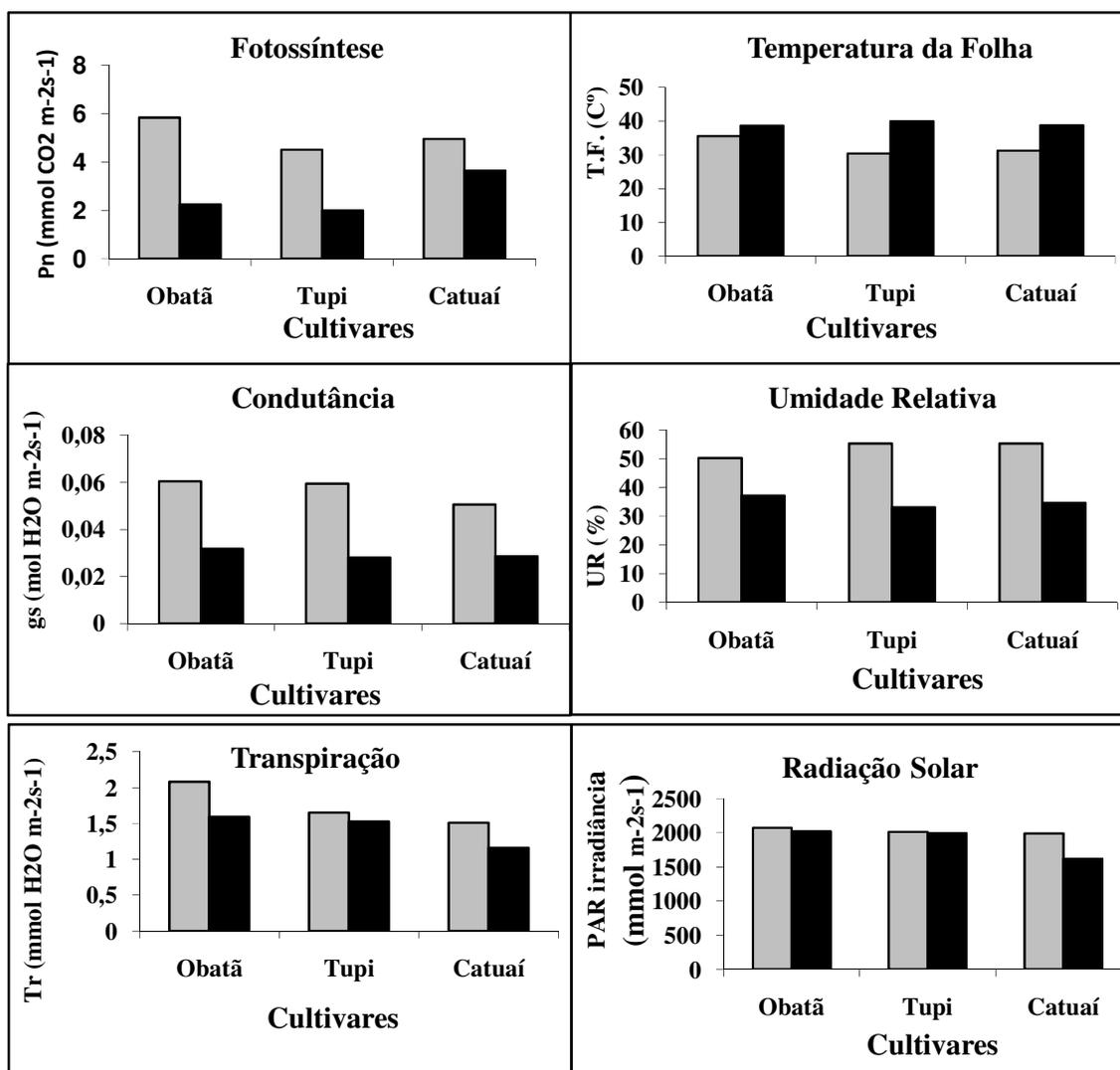


Figura 3 - Medidas de trocas gasosas fotossintéticas de quatro cultivares de *Coffea* em condições de plantio em campo. (Medidas efetuadas em abril/2007). ■ Manhã (9 às 11 h ras); ■ Tarde (15 às 17horas).

CONCLUSÕES

A diferenciação para gemas reprodutivas ocorreu primeiramente nas cultivares Obatã e Tupi. A ‘Catuaí’ teve um atraso no desenvolvimento floral porém atingiu o pico de botões florais em julho, juntamente com as demais. A ‘Catuaí’ foi mais eficiente no uso da água, em condições de acentuado estresse hídrico no solo, pela redução na transpiração, o que favoreceu o processo de floração e conseqüentemente, apresentou maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, S.R.; MAESTRÍA, M.; CONOS, M.P. The Physiology of flowering in Coffee: A review. *Journal of coffee research*, Karnataka, v.8, n. 2-3, p. 29-73. 1978.
- CAMAYO-VÉLEZ, G. C.; ARCILA-PULGARIN, J. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del caféto *Coffea arabica* L. variedad Colombia. *Cenicafé*, Caldas, v.47, n.3, p. 121-139. 1996.
- DEDECCA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer. *Bragantia*, Campinas, v.16, p. 315-368, 1957.
- JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill, 1940. 523p.
- MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L. *Brazilian Journal Plant Physiology*, Londrina, v.17, n.2, p.247-254, 2005.
- MOENS, P. Invertigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. *Turrialba*, San José, v.18, n.3, p.209-233, 1968.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Estimulantes. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, IAC e FUNDAG, 2.ed., 1997. 295p. (Boletim técnico, 100).
- RENA; A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do fosfato, 1986, p.13-85.
- WORMER, T.M.; GITUANJA, J. Floral initiation and flowering of *C. arabica* L. in Kenya. *Experimental Agriculture*, London, v.6, p.157-170, 1970.