

DIFERENCIAÇÃO DE GEMAS FLORAIS EM CULTIVARES DE CAFEIEIRO

Rachel Benetti Queiroz Voltan¹; Joel Irineu Fahl²; Maria Luíza Carvalho Carelli³

(Recebido: 30 de julho de 2010; aceito: 04 de novembro de 2010)

RESUMO: Os sinais que regulam a indução e a diferenciação das gemas florais em cafeeiro ainda não são totalmente conhecidos, mas são promovidos por fatores bioquímicos e fisiológicos, relacionados com o fotoperíodo, a intensidade de luz, água, temperatura e relação C/N. O estudo dos caracteres morfológicos das diferentes fases do desenvolvimento floral de cultivares de *Coffea arabica* L. é relevante para avaliar a sensibilidade do cafeeiro a fatores ambientais, devido a diferenças observadas entre as cultivares. Objetivou-se, neste trabalho, estudar a diferenciação morfológica de gemas em cultivares adultas de cafeeiro, Catuaí, Obatã e Tupi, cultivadas nas condições ambientes de Campinas, SP, Brasil, relacionando com a produção de frutos e outras características fisiológicas. Lâminas contendo cortes longitudinais-axiais foram analisadas para a caracterização e quantificação dos estádios de diferenciação histológica das gemas. Características fenológicas do desenvolvimento foram avaliadas através de medidas do crescimento de flores e frutos e do potencial hídrico. A diferenciação de gemas reprodutivas ocorreu na mesma época nas cultivares Obatã e Tupi e em fase distinta na Catuaí, sendo que no ano de 2005 ocorreu primeiramente na 'Catuaí' e posteriormente nas 'Obatã' e 'Tupi' e em ordem inversa no ano seguinte. Ao longo dos dois anos de estudo, o estágio 1 (nó indiferenciado) permaneceu até meados de março, em todas as cultivares estudadas, em maior porcentagem. A partir de abril até meados de junho, o estágio 1 declinou, havendo uma predominância dos estádios 2 (nó engrossado) e 3 (nó com gemas evidentes). Após esse período, os estádios 2 e 3 predominaram até o início de setembro, época em que apresentavam botões florais verdes e latentes, característicos do estágio 4.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, anatomia das gemas, indução floral, diferenciação floral, fenologia, floração.

DIFFERENTIATION OF FLORAL BUDS IN COFFEE CULTIVARS

ABSTRACT: The signals that regulate the induction and differentiation of floral buds in coffee are still not fully known, but are promoted by biochemical and physiological factors related to the photoperiod, light intensity, water, temperature and C/N ratio. The study of morphological characters in different floral development stages of the *Coffea arabica* L. cultivars is relevant to assessing the sensitivity of coffee to environmental factors due to differences observed between cultivars. The aim of this work was to study the morphological differentiation of buds in adult cultivars of the coffee trees; Catuaí Obatã and Tupi, grown under ambient conditions of Campinas, Brazil, in relation to fruit production and other physiological characteristics. Slides of Longitudinal-axial sections were mounted for the characterization and quantification of the histological stages of bud differentiation. Phenological development was evaluated by measuring the growth of flowers and fruits and water potential. The differentiation of reproductive buds occurred at the same time in the Obatã and Tupi cultivars and in a distinct phase in Catuaí, as seen in 2005 where it first occurred in Catuaí 'and later in' Obatã 'and' Tupi 'and in reverse order the next year. Over the two years of study, the first stage (bud undifferentiated) remained until mid-March in all cultivars studied and in greater percentage. From April until mid-June, the first stage declined, with a predominance of stage 2 (broadened buds) and 3 (differentiated buds). After this period, stages 2 and 3 predominated until early September, a period when floral buds were green and latent, characteristic of stage 4.

Keywords: *Coffea arabica*, anatomy of the buds, floral induction, floral differentiation, phenology, flowering.

1 INTRODUÇÃO

As inflorescências do cafeeiro originam-se a partir de zonas meristemáticas, localizadas nas axilas foliares dos ramos. Diversas divisões anticliniais e pericliniais ocorrem abaixo do dermatogênio,

originando os primórdios (gemas) foliares ou reprodutivos. O estímulo indutivo, que estabelece a natureza dessa diferenciação no cafeeiro, ou seja, se será vegetativa, originando os ramos, ou reprodutiva, formando as inflorescências do tipo glomérulo, ainda não é totalmente conhecido. Sabe-se que este estímulo

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

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

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

⁴Pesquisadora Científica Voluntária, Dra., Centro de Pesquisa e desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica/IAC, Campinas, SP, Bolsista do CBP&D/Café, carelli@iac.sp.gov.br

é promovido por fatores bioquímicos e fisiológicos, relacionados com o fotoperíodo, a intensidade de luz, água, temperatura e relação C/N (BARROS; MAESTRÍA; CONOS, 1978; CAMAYAO-VÉLEZ et al., 2003; RENA; MAESTRI, 1986; WORMER; GITUANJA, 1970). Portanto, a transformação do meristema vegetativo em meristema floral é um reflexo das mudanças fisiológicas da planta, e o ápice floral corresponde a uma modificação ontogenética do ápice vegetativo (ESAU, 1959).

A floração do cafeeiro consiste em diferentes etapas como a indução, a diferenciação, o desenvolvimento, a latência e a antese (BARROS; MAESTRÍA; CONOS, 1978), sendo a duração de cada uma variável de acordo com as condições climáticas e o seu conhecimento é importante para o entendimento da sincronização da floração e, conseqüentemente, da frutificação (BARROS; MAESTRÍA; CONOS, 1978; CAMAYO-VÉLEZ; ARCILA-PULGARÍN, 1996).

As cultivares de cafeeiro apresentam diferenças no crescimento vegetativo, floração e frutificação, indicando que diversos fatores ambientais interferem nesses processos. O acompanhamento da morfologia externa e interna das diferentes fases do desenvolvimento floral de cultivares de *Coffea arabica* L. é relevante para avaliar-se a sensibilidade do cafeeiro a fatores ambientais. Objetivou-se, com esse trabalho, caracterizar o processo de diferenciação dos primórdios axilares em gemas reprodutivas, em cultivares de *C. arabica* desenvolvidas nas condições climáticas de Campinas-SP e relacionar com a produção de frutos, com o potencial hídrico com outras características fenológicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma cultura de café de 6 anos de idade, plantada em 5 parcelas, no espaçamento 3,0 x 0,75 m, no Centro Experimental de Campinas/IAC-SP (latitude 22°54'S, longitude 47°05'W e 674m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Avaliaram-se as cultivares de *Coffea arabica* L.: Catuaí Vermelho IAC 81, Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33. A condução da cultura foi realizada nas condições ideais de adubação, calagem e de tratamentos culturais recomendados para seu desenvolvimento (RAIJ et al., 1997).

Todas as avaliações foram realizadas em ramos plagiotrópicos localizados na face da planta voltada para o norte. Os ramos foram retirados da região mediana de cinco plantas por tratamento e possuíam frutos na sua base, originados da floração do ano anterior.

O desenvolvimento das gemas foi estudado no 3°, 4° e 5° nó de cada ramo, contados a partir do 1° nó desenvolvido na estação de crescimento (2° ano de produção), em intervalos de 20 dias, no período de fevereiro a setembro dos anos de 2005 (ano I) e 2006 (ano II). As amostras foram fixadas em formaldeído-ácido acético-álcool etílico 50% (JOHANSEN, 1940) e submetidas a vácuo por 48 horas. Posteriormente, os nós foram desidratados em série alcoólica-etélica, incluídos em parafina e seccionados longitudinalmente em micrótomo rotativo manual a 10mm. As lâminas foram coradas com safranina-azul de alcian, montadas em adesivo Permunt e analisadas com o auxílio de um microscópio óptico acoplado a uma câmera de captura de imagens.

A morfologia externa dos nós foi caracterizada segundo a classificação de Camayo-Vélez e Arcila-Pulgarín (1996), com o auxílio de um microscópio estereoscópico, em 5 estádios: estágio 1- nó indiferenciado, apresenta as estípulas aderidas aos ramos e ausência de engrossamento na axila foliar; estágio 2- nós com estípulas engrossadas, apresentam um engrossamento na região da axila foliar; estágio 3- nós com gemas que ultrapassam as estípulas, botões florais indiferenciados de coloração esverdeada, cobertos por estípulas e presença de mucilagem de cor amarronzada no ápice; estágio 4- nós com botões verdes diferenciados, isto é, com as peças florais desenvolvidas e em estado latente, menores que 1cm e, estágio 5- nós com botões florais maiores que 1cm, de coloração branca e em estágio de desenvolvimento avançado, próximo à antese (Figura 1).

Características fenológicas de crescimento vegetativo das cultivares foram avaliadas em outubro de 2006, através de determinações do comprimento do 3° par de folhas, do comprimento do 2°, 3° e 4° internódio de crescimento, do número de nós produtivos referentes ao crescimento do ano e do número de flores do 3°, 4° e 5° nós, em ordem crescente do ápice para a base de ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, em cinco plantas.

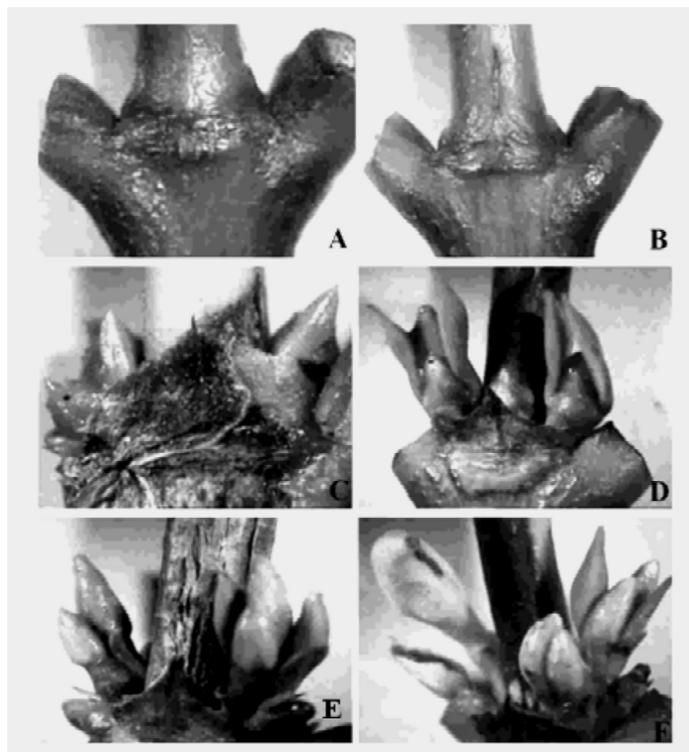


Figura 1 – Estádios do desenvolvimento dos nós e gemas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). A- Estádio 1, nó indiferenciado; B- Estádio 2, nó com engrossamento na axila foliar; C e D- Estádio 3, nós com gemas que ultrapassam as estípulas; E- Estádio 4, nó com botões florais verdes e latentes; F- Estádio 5, nó com botões florais esbranquiçados e próximos à antese.

O potencial hídrico (Y) foi determinado em outubro de 2007 (período de seca), com as plantas indicando nítidos sintomas de deficiência hídrica, utilizando-se a bomba de Scholander para estimar o efeito das condições climáticas no estado hídrico da planta e consequente influência no desenvolvimento e abortamento dos frutos. No mês seguinte, o desenvolvimento reprodutivo foi avaliado através da contagem do número de frutos (“chumbinhos”) presentes no 4º e 5º nós, em 20 ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, para cada cultivar.

As análises de variância foram realizadas pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, podem ser visualizados, detalhes da morfologia externa do ramo de cafeeiro na região

do nó, em diferentes estádios de desenvolvimento e, na Figura 2, a morfologia interna. O estágio 1, caracterizado pela ausência de um engrossamento externo na região da axila foliar (Figura 1A), apresentou nos cortes histológicos longitudinais, ausência (Figura 2A) ou presença (Figura 2B e C) de gemas indiferenciadas no início do seu desenvolvimento. Denominaram-se “indiferenciadas” porque as gemas vegetativas e reprodutivas eram semelhantes nos estádios iniciais (Figura 2 B a D). Portanto, um nó que apresentava morfologia externa no estágio 1, internamente possuía ou não gemas indiferenciadas internamente.

No estágio 2 (Figura 1B), isto é, quando havia um engrossamento externo da axila foliar, observou-se internamente, de 3 a 4 gemas, sendo a mais desenvolvida aquela mais próxima ao eixo do ramo e, assim sucessivamente (Figura 2C). As gemas indiferenciadas caracterizavam-se por possuir um

ápice cônico rodeado por primórdios de brácteas e por estípulas (Figura 2D), sendo que, nessas últimas, havia um alto conteúdo de taninos no interior das células, similar ao observado por Camayo-Vélez e Arcila-Pulgarín (1996).

Nos cortes anatômicos das gemas, observou-se uma organização túnica-corpo, característica das angiospermas, em que a túnica era formada por uma ou duas camadas de células, que se dividiam anticlinalmente e o corpo por três a quatro camadas que se dividiam anticlinal e periclinalmente. Elas se diferenciavam em gemas reprodutivas quando as células da região central e lateral começavam a sofrer várias divisões periclinais, resultando numa expansão lateral da base e achatamento da superfície externa (Figura 2E). Essas expansões laterais originavam o segundo par de brácteas e o pedicelo da futura inflorescência. As gemas diferenciadas (reprodutivas) foram observadas em algumas amostras do estágio 2, isto é, na gema mais madura da sequência axilar (mais próxima do eixo) (Figura 2C e E) e, a partir do estágio 3.

A indução floral é um “sinal fisiológico” para que as gemas indiferenciadas se transformem em reprodutivas (RENA; MAESTRI, 1986), e esse sinal ocorre no período entre o surgimento das gemas e a iniciação floral (MOENS, 1968). Através dos cortes anatômicos, foi possível caracterizar os primeiros indícios de formação das gemas indiferenciadas, a diferenciação para gemas reprodutivas e o desenvolvimento das mesmas até a antese.

No estágio 3, apresentado externamente na Figura 1 C e D, as gemas ultrapassavam as estípulas e eram cobertas por uma mucilagem marrom. Internamente (Figura 2 F e G), observou-se a formação de gemas florais da inflorescência e, na figura 2H, a diferenciação dos verticilos florais: sépalas, pétalas, estames e estigma. Primeiramente diferenciaram-se as sépalas e, em seguida os primórdios das pétalas, em posição alterna à das sépalas e de disposição imbricada (Figura 2I e M). Por último, os estames, em posição alterna às pétalas (Figura 2M). Numerosos tricomas foram observados no interior das brácteas e das estípulas (Figura 2 A a H).

Na Figura 1 E e F, podem ser observados os estádios 4 e 5, com os botões verdes e latentes e de coloração branca e próximos à antese, respectivamente. As inflorescências do cafeeiro eram

envolvidas por um cálculo formado por dois pares de bractéolas, lanceoladas e triangulares. Geralmente, três a quatro gemas de inflorescências se formavam nas axilas das folhas e, de quatro a cinco flores, em cada inflorescência. As flores apresentavam um cálice rudimentar, formado por cinco sépalas, persistente no fruto. A corola, de coloração branca, possuía cinco pétalas unidas até a região mediana. Os estames, em número de cinco, se apresentavam inseridos sobre o tubo da corola. Cada estame consistia de um filamento cilíndrico curto com uma antera bilocular na extremidade. Em corte transversal, apresentava quatro sacos polínicos (Figura 2M). O gineceu era constituído de um ovário ínfero, bicarpelar, e um estilete que se bifurcava em dois lobos estigmáticos, os quais apresentavam papilas nas epidermes internas (Figura 2 J a M). O ovário, bilocular, com um disco nectarífero na base, possuía um óvulo anátropo em cada lóculo (Figura 2 J e L).

A porcentagem de gemas indiferenciadas e diferenciadas produzidas pelas cultivares foi estimada a partir dos cortes anatômicos, ao longo do período de fevereiro a setembro dos anos I (2005) e II (2006) e, apresentada na Figura 3. Os resultados indicaram que, no ano I, as gemas reprodutivas se diferenciaram no mês de maio na ‘Catuaí’ e no mês de junho nas ‘Obatã’ e ‘Tupi’. Porém, no ano II, a diferenciação para gema reprodutiva ocorreu primeiro na ‘Obatã’ e ‘Tupi’, no mês de abril e, em junho na ‘Catuaí’. Além dessa inversão na época de diferenciação das gemas florais entre as cultivares, houve uma antecipação no período indutivo entre os anos I e II (de maio para abril). Estimou-se que a indução tenha ocorrido no mês de abril na ‘Catuaí’ e em maio nas ‘Obatã’ e ‘Tupi’ no Ano I e, no ano II, no mês de maio na ‘Catuaí’ e em março nas demais. Variações na época de diferenciação floral entre os anos de 2005 e 2006, provavelmente foram devidas às diferenças climáticas. Experimentos de campo, sem controle das condições climáticas, dificultam a identificação do fator específico que afeta a diferenciação floral.

Os resultados obtidos por Majerowicz e Söndahl (2005), na mesma localidade nos anos de 1980-81 com a ‘Catuaí’, indicaram que o início da diferenciação dos primórdios de gemas para gemas reprodutivas, ocorreu no mês de março a abril nos ramos sem frutos, isso é, naqueles que se encontravam no primeiro ano de produção, enquanto



Figura 2 – Cortes longitudinais (A a L) e transversal (M) de *Coffea arabica* L.. 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=sépalas; t=tricoma.

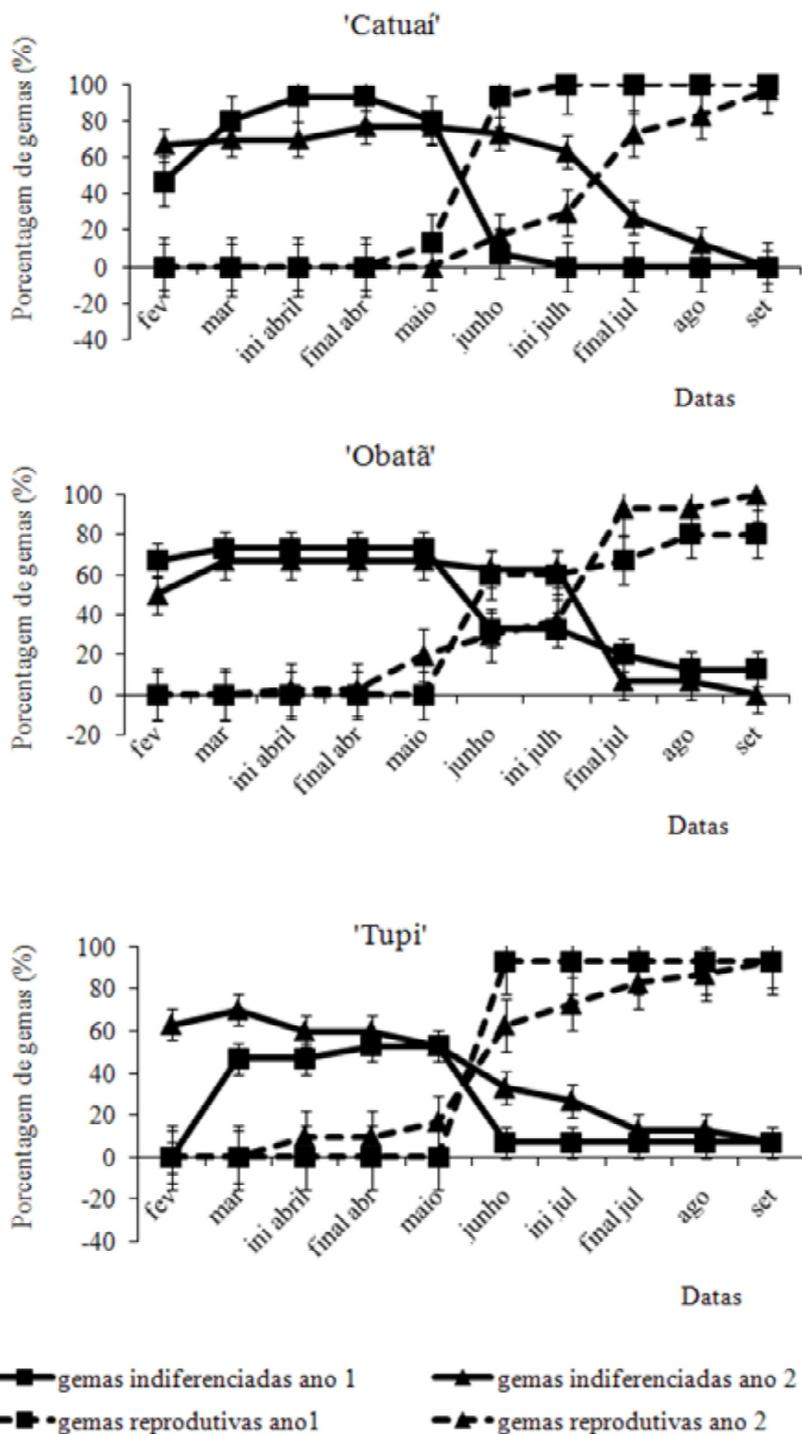


Figura 3 – Porcentagem de gemas indiferenciadas e reprodutivas, produzidas pelas cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Catuaí, Obatã e Tupi, durante os anos 2005 (I) e 2006 (II), em experimento realizado em Campinas-SP, Brasil.

que, nos ramos do segundo ano de produção, isso ocorreu no mês de maio. Neste trabalho, onde trabalhou-se apenas com os ramos que se encontravam no segundo ano de produção, obtivemos resultados semelhantes apenas no ano I. Variações na época de diferenciação floral, de um ano para outro, também foram observados em citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), na laranjeira Pêra por Pereira, Pinto e Davide (2003), e em tangerineira (*Citrus reticulata* Blanco) por Ramos-Hurtado et al. (2006).

Ao longo dos dois anos de estudo, observou-se que o estágio 1 permaneceu até meados de março em todas as cultivares estudadas, em maior porcentagem. A partir de abril até meados de junho, o estágio 1 declinou, havendo uma predominância dos estágios 2 e 3. Após esse período, os estágios 2 e 3 predominaram até o início de setembro, época em que apresentavam botões florais verdes e latentes, característicos do estágio 4. É importante observar que, no ano II, 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 3).

Portanto, a diferenciação das gemas florais foi semelhante entre as cultivares, diferindo apenas no tempo da indução e na duração dos estágios entre as cultivares e entre os anos amostrados.

As características fenológicas de crescimento vegetativo e o número de flores avaliados não diferiram entre as cultivares (Tabela 1).

A cultivar Catuaí destacou-se das demais apresentando o maior número de frutos no 4º e 5º nós (Tabela 2). De forma semelhante, verificou-se que o potencial hídrico (Y) das folhas foi maior (menos negativo) nessa cultivar, em relação à Tupi. Através desses resultados, podemos dizer que a 'Catuaí' apresentou maior potencial hídrico, mantendo, em condições de acentuado estresse hídrico no solo, melhor estado hídrico da planta, via redução na transpiração, provavelmente atenuando o abortamento dos frutos, e apresentando, conseqüentemente, maior produtividade. Ou também pode ser que essa cultivar possua um sistema radicular mais profundo, e conseqüentemente uma maior absorção de água, em condições de baixa umidade no solo.

Tabela 1 – Comprimento das folhas e do 2º, 3º e 4º internódios, número de internódios por ramo e número de flores no 3º, 4º e 5º nós, de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), avaliados em outubro de 2006.

Cultivares	Folha (cm)	Internódios			Nº/Ramo	Nº Flores/Nó		
		Comprimento (cm)				3º	4º	5º
		3º	4º	5º				
Catuaí	10,96 a	2,46 a	2,68 a	2,96 a	12,6 a	1,0 a	0,8 a	0,8 a
Tupi	14,14 a	3,44 a	3,86 b	4,34 a	13,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Obatã	11,56 a	2,72 a	2,80 a	2,94 a	11,8 a	0,6 a	0,4 a	0,6 a

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

Tabela 2 – Potencial hídrico e número de frutos¹ (Chumbinho) de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), avaliados em outubro e novembro de 2007, respectivamente.

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

¹ frutos presentes no 4º e 5º nó. * Médias seguidas por letras distintas, na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5%.

4 CONCLUSÕES

A diferenciação de gemas reprodutivas ocorreu na mesma época nas cultivares Obatã e Tupi e em fase distinta na Catuaí, sendo que, no ano de 2005, ocorreu primeiramente na ‘Catuaí’ e posteriormente nas ‘Obatã’ e ‘Tupi’ e em ordem inversa no ano seguinte.

No ano de 2006, a ‘Catuaí’ teve um atraso no desenvolvimento floral em relação às cultivares Tupi e Obatã, porém, todas atingiram o pico de botões florais no mês de julho.

Ao longo dos dois anos de estudo, o estágio 1 (nó indiferenciado) permaneceu até meados de março, em todas as cultivares estudadas, em maior porcentagem. A partir de abril até meados de junho, o estágio 1 declinou, havendo uma predominância dos estádios 2 (nós engrossado) e 3 (nós com gemas evidentes). Após esse período, os estádios 2 e 3 predominaram até o início de setembro, época em que apresentavam botões florais verdes e latentes, característicos do estágio 4.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), pelo financiamento parcial deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, S. R.; MAESTRÍA, M.; CONOS, M. P. The physiology of flowering in coffee: a review. **Journal of Coffee Research**, Balehonnur, 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**, Chinchiná, v. 47, n. 3, p. 121-139, 1996.
- CAMAYO-VÉLEZ, G. C. et al. Desarrollo floral del caféto y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 54, n. 1, p. 35-49, 2003.
- ESAU, K. **Anatomía vegetal**. Barcelona: Omega, 1959. 729 p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 247-254, 2005.
- MOENS, P. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. **Turrialba**, San José, v. 18, n. 3, p. 209-233, 1968.
- PEREIRA, I. A. M.; PINTO, J. E. B.; DAVIDE, L. C. Época da indução e evocação em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 857-862, 2003.
- RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. (Boletim técnico do IAC/FUNDAG, 100).
- RAMOS-HURTADO, A. M. et al. Diferenciação floral, alternância de produção e uso de ácido giberélico em tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 355-359, 2006.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **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 *Coffea arabica* L. in Kenya. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 6, n. 2, p. 157-170, 1970.