

VARIAÇÕES NO CONTEÚDO DE AMIDO E AÇÚCARES NAS  
COROLAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DURANTE A  
FLORAÇÃO \*

Sílvia Maria S. Crope  
Donato Frederico  
M. Maestri  
Renato Sant'Anna \*\*

1. INTRODUÇÃO

A indução floral, em café, verifica-se sob dias curtos (4, 16, 19). As gemas, após a diferenciação, crescem lentamente até um tamanho de 4 a 8 mm, quando entram em um período de dormência mais ou menos prolongado, de acordo com as condições climáticas reinantes (2, 3, 12, 13, 16). Normalmente, a quebra da dormência é realizada por chuva, porém,

---

\* Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro do Café a ajuda financeira específica para o projeto de pesquisa de que este artigo faz parte, e à Fundação Rockefeller e USAID (Projeto Purdue-Brasil), a doação, em diversas épocas, de equipamentos e materiais de laboratório usados, em parte, nesta investigação.

Recebido para publicação em 15-6-1970.

\*\* Respectivamente, Estudante Pós-Graduado, Instrutor e Professores Adjuntos da Universidade Federal de Viçosa. Os dois últimos autores são bolsistas do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e o primeiro autor recebeu, durante a realização deste trabalho, bolsa de pós-graduação do mesmo Conselho.

alguns agentes físicos e químicos têm também o mesmo efeito (1, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 19). Após a quebra da dormência, o botão desenvolve-se rapidamente, ocorrendo a antese dentro de uma a duas semanas (3, 12, 13, 15, 16, 17, 19).

A velocidade do crescimento do botão floral de café, entre a quebra da dormência e a abertura da flor, parece depender principalmente da temperatura ambiente. Assim WENT (19), em condições ambientes controladas e usando ramos cortados, verificou que as flores se abriam, em 10 dias, à temperatura diurna de 30° e noturna de 20°, em 12 dias, a 26°/20° e, em 14 dias, a 23°/17°. Segundo WENT, o crescimento, após a quebra da dormência, é controlado por um processo químico com um coeficiente térmico de cerca de dois. MES (12), no mesmo laboratório, confirmou a importância da temperatura no processo de crescimento da flor. Encontrou ela que, quando mantidos às temperaturas de 30°/24° (diurna/noturna), ramos cortados, provenientes de plantas crescidas sob diversas combinações de temperaturas diurnas/noturnas, mostravam a abertura dos seus botões de 4 mm de comprimento ou mais, em 8 dias. Esse tempo parece assim ser determinado pela temperatura ambiente durante o período que vai da quebra da dormência à abertura da flor, e não por aquela predominante na fase anterior de crescimento do botão. A mesma autora (12) encontrou igualmente que plantas às temperaturas de 30°/24° floresciam depois de 8 dias, às de 23°/24° depois de 9 dias, às de 26°/20° depois de 10 dias e às de 23°/17°, aproximadamente, 11 dias depois de um tratamento de submersão da parte aérea da planta em água, por uma hora ou mais.

A elucidação do mecanismo de indução e quebra de dormência, bem como de crescimento subsequente, até a antese, requer informações preliminares acerca de modificações químicas e anatômicas que ocorrem nas corolas, nessa fase. Este trabalho apresenta alguns resultados sobre variações no conteúdo de amido e açúcares nas corolas de café durante a fase de rápido crescimento, após a quebra de dormência. Trabalho posterior conterà observações histoquímicas e anatômicas do mesmo material.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Botões florais, para análise de amido e açúcares, foram colhidos de um cafézal adulto 'Mundo Novo' existente em encosta de morro, nos terrenos da Universidade, em Viçosa,

nos anos de 1967 e 1968.

Durante o período de floração de 1967, fêz-se um estudo preliminar, determinando-se apenas o teor de amido. Para essa finalidade, usaram-se 200 mg de material sêco em estufa de circulação forçada a 65°C e triturado em almofariz de porcelana, seguindo-se a técnica de McCREADY *et alii* (11). As análises de amido foram feitas em três alíquotas do extrato obtido. Não se tentou separar os estames da corola.

Para as análises químicas, em 1968, colheu-se um número suficiente de botões, de cada vez, dos quais se separaram as corolas, delas eliminando-se os estames. Destas, tomaram-se duas amostras de 200 unidades, sendo uma sêca em estufa de circulação forçada, a 75°, para determinação de pêsco sêco e teor d'água, e a outra para as análises de amido e açúcares. As coletas dos botões foram iniciadas logo após a chuva de 5 de agosto, que provocou a quebra da dormência dos botões, efetuando-se, em geral, uma coleta de dois em dois dias.

Os açúcares foram extraídos a quente do material fresco com etanol a 80%, seguindo-se um refluxo em aparelho de Soxhlet com etanol a 80%, durante 12 horas. O etanol foi evaporado em banho de vapor e o resíduo foi diluído e completado a volume, com água. Após clarificação do extrato com resinas cambiadoras de íons, usando-se Permutador I e Permutador III, da Merck, fêz-se a determinação de açúcares redutores pelo método colorimétrico de SOMOGYI-NELSON (8). A determinação de açúcares solúveis, no mesmo extrato clarificado, foi feita pelo método de antrona (7), expressando-se os resultados em quantidades equivalentes de glicose. Para a determinação de amido, seguiu-se o método de HASSID e NEUFELD (7), usando-se 100 mg do resíduo sêco remanescente da extração alcóolica.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento preliminar de 1967, verificou-se que o teor de amido aumentou nos botões florais em crescimento, desde a quebra da dormência até, aproximadamente, três dias antes da antese (quadro 1). No dia da antese, o teor de amido havia caído de cerca de 11% a 4%. A falta de determinações mais frequentes não permitiu localizar-se exatamente em que fase o teor de amido começou a declinar. Evidentemente, tal declínio está associado com a fase final do desenvolvimento do botão, que corresponde ao entumescimento da corola e abertura da flor. Como as amostras incluíram, além da corola, os

QUADRO 1 - Conteúdo de amido, em corolas de café, em diversas fases do crescimento. A quebra da dormência foi provocada por chuva caída no dia 14 de setembro de 1967 e a abertura das flôres verificou-se a 26 do mesmo mês.

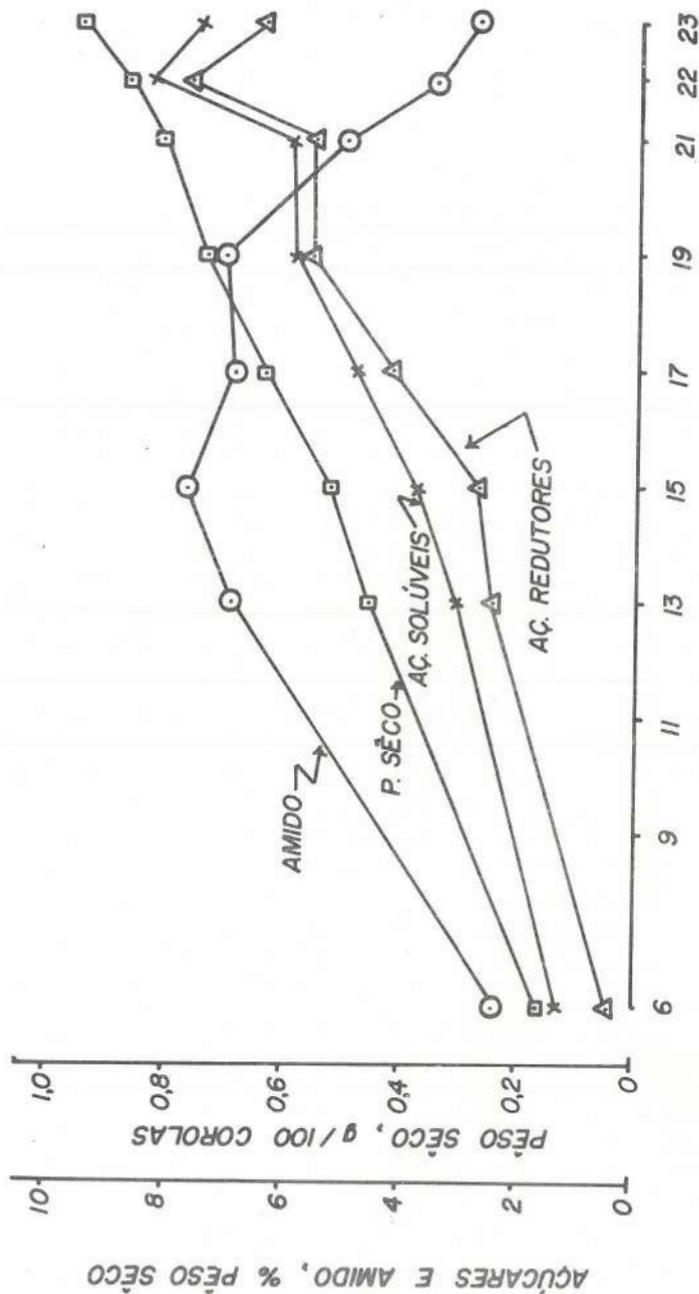
Data	Pêso fresco de 100 botões g	Pêso sêco de 100 botões g	Amido em 100 botões g	Amido em % do pêso sêco
9/set	0,864	0,454	0,034	7,5
20/set	2,689	0,820	0,085	10,4
23/set	4,365	0,949	0,103	10,9
26/set	4,945	1,324	0,053	4,0
28/set	3,727	1,259	0,055	4,4

estames, as análises químicas não refletem o teor real de amido das pétalas, mas acredita-se que o erro introduzido não tenha alterado qualitativamente os resultados obtidos.

Em 1968, procurou-se ampliar êsses estudos, incluindo-se açúcares nas análises e aumentando-se a frequência das coletas de amostras. Os resultados mostram que, na base de pêso sêco, os teores de açúcares e de amido aumentam rapidamente na corola, desde a quebra da dormência até cerca de quatro dias antes da antese. A partir de então (19 de agosto), o teor de amido cai rapidamente, enquanto o de açúcares sobe mais depressa que anteriormente, vindo porém a sofrer uma queda no dia da abertura da flor (figura 1). Deve-se notar, todavia, que o teor de amido estabilizou-se num período intermediário de cerca de seis dias (entre 13 e 19 de agosto), como que indicando um período de transição entre uma fase de acúmulo e uma fase de degradação.

As mesmas conclusões podem ser tiradas dos dados ilustrados na figura 2, calculados em relação ao pêso fresco. Neste caso, todavia, há o efeito concomitante do aumento da hidratação dos tecidos, especialmente na primeira semana após a quebra da dormência, ou seja no período de 6 a 13 de agosto.

Conforme se pode ver na figura 1, os teores de açúca-



DATA DA COLETA (AGÔSTO, 1968)

FIGURA 1 - Pêso sêco de 100 corolas, e teor, na base de pêso sêco, de amido, de açúcares (reduzidos e solúveis) em corolas de café, durante a renovação do crescimento. Chuva que quebrou a dormência ocorreu no dia 5 de agosto e abertura das flores verificou-se a 23 do mesmo mês.

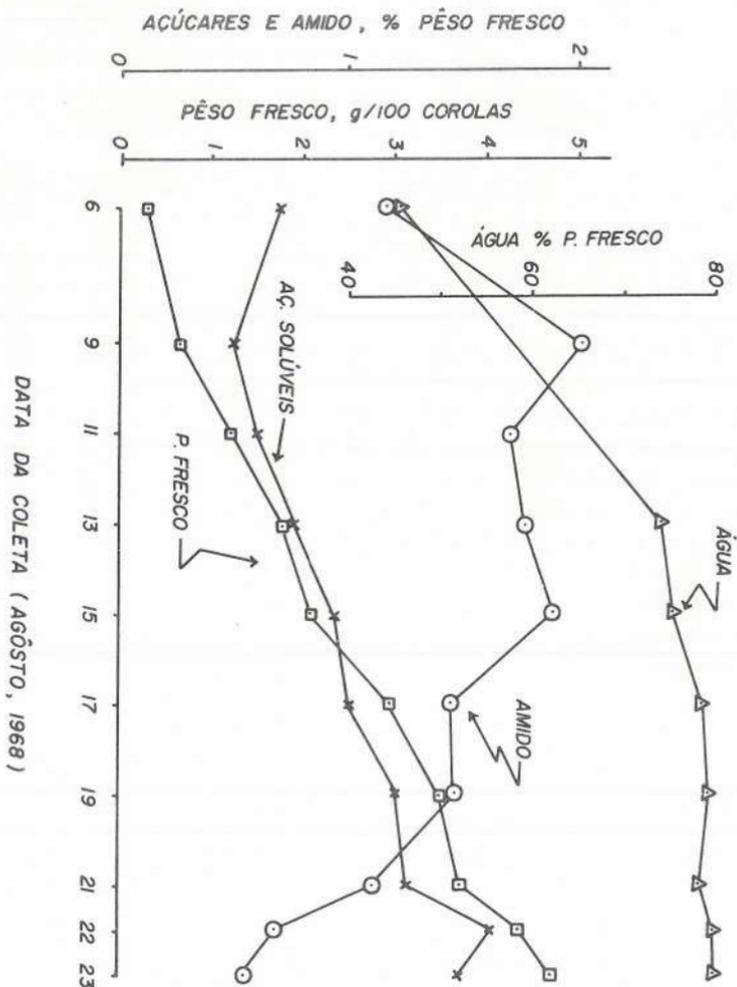


FIGURA 2 - Pêso fresco de 100 corolas, teor d'água, e teor, na base do pêso fresco, de amido e açúcares solúveis, em corolas de café, durante a renovação do crescimento.

res redutores acompanharam sempre de perto os de açúcares solúveis, o que permite concluir que os açúcares solúveis, presentes na corola, são principalmente açúcares redutores. HORI e FUJII (9) observaram em flores de Portulaca grandiflora um aumento do teor de glicose e frutose durante a floração, o que pode ser também o caso do café.

Os resultados aqui relatados sugerem que o crescimento do botão floral de café, corola particularmente, apresenta duas fases metabólicas distintas, uma caracterizada por acúmulo e outra por degradação de amido. A primeira fase vai desde a quebra da dormência até cerca de oito dias antes da antese, nas condições desse estudo. A segunda fase coincide com o entumescimento rápido do botão e abertura final da flor (antese). Um aumento rápido do teor d'água ocorre durante a primeira fase metabólica, principalmente na primeira semana após a quebra de dormência. Durante a segunda fase, o aumento no teor d'água foi relativamente pequeno (figura 2).

O entumescimento da corola e a antese, que ocorrem em seqüência e mais ou menos rapidamente, são, sem dúvida, resultantes da expansão diferencial das duas faces das pétalas. Essa expansão pode ser de natureza osmótica, porém, o seu controle é sem dúvida hormonal. As informações existentes são todavia escassas para que seja possível formular uma explicação coerente. Assim, HORIE (10) sugere que a rápida extensão das pétalas de Tradescantia reflexa pode estar associada com a hidrólise do amido armazenado nas epidermes, e VAN OVERBEEK (18), comentando os resultados daquele autor, lança a idéia de que giberelinas mantêm o potencial osmótico das células durante o alongamento, através de seu efeito na atividade amilolítica. GOLDSCHMIDT (5), por outro lado, verificou que a aplicação de auxinas induz a curvatura de pétalas de Citrus, e que estas contêm alto teor de auxinas. Esse autor sugere que a curvatura das pétalas de Citrus é um processo mediado por auxina. HORI e FUJII (9) também encontraram um aumento do teor de substâncias de crescimento (auxina) nas flores de Portulaca grandiflora, com um máximo na plena floração. A aplicação de giberelina não induz curvatura das pétalas de Citrus, embora provoque seu maior alongamento (6). Esses resultados sugerem que a extensão das pétalas é um processo regulado por giberelina, porém sua curvatura é dependente de auxina.

## 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O conteúdo de açúcares redutores, que constituem a maior parte dos açúcares solúveis, aumentou rapidamente nas corolas, durante o período que vai do fim da dormência dos botões florais até cerca de quatro dias e antes da abertura da flor. O teor de amido também aumentou a princípio, mas estabilizou-se intermediariamente para sofrer um decréscimo acentuado nos últimos quatro dias de crescimento, antes da antese. O teor de açúcares subiu mais rapidamente que antes, nesse período final, todavia houve um ligeiro decréscimo no dia da antese. O teor d'água elevou-se rapidamente durante o primeiro período de crescimento.

Parece que o crescimento das corolas, após a quebra da dormência, segue um processo formado de duas fases metabólicas, uma caracterizada por acúmulo e outra por degradação de amido. O teor de água aumenta acentuadamente na primeira fase, e o entumescimento da corola e a antese coincidem com a segunda. Uma regulação hormonal deve estar envolvida nesse processo.

## 5. SUMMARY

Sugar and starch content on the dry weight basis increased in the corollas of coffee, during the period from the ending of bud dormancy to about four days before flower opening. During the last four days of growth up to anthesis, starch content decreased sharply, while the sugar content rose faster than previously, to fall only at anthesis. Reducing sugars accounted for most of the sugars present in the corolla. The growth of corollas of coffee, after the termination of dormancy, comprises apparently two metabolic phases, one associated with starch accumulation, and another associated with starch degradation. Water content increases markedly during the first phase, bud swelling and anthesis coincide with the second phase.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Estimulo de la floracion y fructificación del cafeto por aspersiones con acido giberelico. Turrialba, 8:64-72. 1958.
2. \_\_\_\_\_. Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. Science, 132:354. 1960.

3. \_\_\_\_\_. Physiology of growth and flowering in coffee. Coffee, Turrialba, 2:58-62. 1960.
4. FRANCO, C.M. Fotoperiodismo em cafeeiro, C. arabica L. Rev. Inst. Café, São Paulo, 27(164):1586-1592. 1940.
5. GOLDSCHMIDT, E.E. The auxin induced curvature of Citrus petals. Plant Physiol., 43:1973-1977. 1968.
6. \_\_\_\_\_. & MONSELISE, S.P. Citrus petals bioassay based on indoleacetic acid effects of flowering opening. Nature, 212:1064-1065. 1966.
7. HASSID, W. Z. & NEUFELD, Elizabeth F. Quantitative determination of starch in plant tissues. In: Methods of carbohydrate chemistry, Whistler, R.L. (ed.) New York, Academic Press, 1964. Vol. 4, p. 33-36.
8. HODGE, J.E. & HOFREITER, B.T. Determination of reducing sugars and carbohydrate. In: Methods in carbohydrate chemistry, Whilster, R. L. & Wolfrom, M. L. (ed.), New York, Academic Press, 1962, Vol. 1, p. 380-394.
9. HORI, T. & FUJII, M. On the growth substance economy before and after flowering in each organ of Portulaca grandiflora Hook. Bot. Mag., Tóquio, 74:357-360. 1961.
10. HORIE, K. The behavior of the petals in the fading of the flower of Tradescantia reflexa. Protoplasma, 53-377-386. 1961.
11. McCREADY, R.M., GUGGOLZ, J., SILVIERA, V. & OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables. Anal. Chem., 22:1156-1158. 1950.
12. MES, M.G.O. Studies on the flowering of Coffea arabica L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Serie A), 4(4):328-341. 1956-1957.
13. \_\_\_\_\_. II. Breaking the dormancy of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Serie A), 4(4):342-356. 1956-1957.

14. \_\_\_\_\_. III. Various phenomena associated with the dormancy of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Serie A), 5(1):25-44. 1957.
15. PAGACZ, E. A. Quelques considerations sur la floraison du caféier. Bull. Agricole Congo Belge Ruanda-Urundi, 50:1531-1540. 1959.
16. PIRINGER, A. A. & BORTHWICK, H. A. Photoperiodic response of coffee, Turrialba, 5:72-77. 1955.
17. PORTERES, R. Action de l'eau, après période sèche, sur le déclenchement de la floraison chez Coffea arabica L. Agron. Trop., 1(3-4):148-158. 1946.
18. VAN OVERBEEK, J. Plant hormones and regulators. Science, 152:721-731. 1966.
19. WENT, F. W. The experimental control of plant growth. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1957. 343 p.