

DONATO FREDERICO

CRESCIMENTO DOS BOTÕES FLORAIS E VARIAÇÕES NO AMIDO DAS CO-
ROLAS DE CAFÉ (Coffea arabica L. 'MUNDO NOVO'), SOB CONDI
ÇÕES NATURAIS

Tese Apresentada à Escola de Pós-
Graduação da Universidade Rural do Es-
tado de Minas Gerais, como Parte das
Exigências do Curso de Fitotecnia, p a
ra o Grau de "Magister Scientiae".

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1969

**Aos meus pais,
espôsa e filhos.**

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Moacir Maestri, pela orientação, facilidades oferecidas e confiança, que tornou possível a realização deste trabalho;

Ao Dr. Chotaro Shimoya que me franqueou o laboratório para o estudo anatômico.

Ao Instrutor. Helvécio da Silva pela presteza na ajuda em algumas tarefas.

Ao estudante Rolf Puschman pelo auxílio na coleta de material no campo.

Ao Sr. Geraldo Valadares, pela gentileza do auxílio nas correções da redação.,

A Srta. Maria do Carmo Simonini, pelos desenhos.

Ao Instituto Brasileiro do Café(I.B.C.), pela ajuda financeira ao projeto de pesquisa de que o presente estudo faz parte.

Agradece sinceramente o

AUTOR

BIOGRAFIA DO AUTOR

DONATO FREDERICO, filho de Carlos Frederico Filho e Ida Braun Frederico, nasceu aos 17 dias do mês de novembro de 1932. Completou os seus primeiros estudos na Escola Agrotécnica de Santa Teresa, Espírito Santo. Em 1963 obteve o diploma de Engenheiro-Agrônomo na Escola Superior de Agricultura da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. Em 1964 ingressou na Universidade, para exercer a função de Instrutor no Departamento de Biologia, logo matriculando-se na Escola de Pós-Graduação, na área de Fitotecnia.

SUMÁRIO

	Pagina
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. RESUMO E CONCLUSÕES	25
6. LITERATURA CITADA	27



LISTAS DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Comprimento da Corola, Pêso Fresco, Matéria Sêca e Água, de Botões Florais de Café, em Função da Idade	19
FIGURA 2 - Percentagem de Água sôbre Matéria Sêca e sôbre Pêso Fresco, e Botões Florais de Café em Função da Idade	20
FIGURA 3 - Fotomicrografias de Cortes Longitudinais de Pétalas de Botões Florais e de Flôres, Mostrando a Distribuição dos Grãos de Amido	22
FIGURA 4 - Fotomicrografias de Cortes Longitudinais de Pétalas de Flôres de Café, Mostrando a Distribuição e Tamanho dos Grãos de Amido no Parênquima	23

LISTA DE QUADROS

	Página
QUADRO 1 - Umidade do Solo em Percentagem sobre o Pêso Sêco, a 25-30 cm de Profundidade, no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, Durante os Meses de Julho e Setembro de 1967	11
QUADRO 2 - Umidades Relativas (UR), Médias Semanais, Média Semanal das UR Máximas e Mínimas Absolutas da Semana, no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, nos Meses de Julho a Setembro de 1967	12
QUADRO 3 - Temperaturas Médias Semanais das Máximas e Mínimas, e Temperaturas Máximas e Mínimas Absolutas da Semana, Verificadas no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, nos Meses de Julho a Setembro de 1967	13
QUADRO 4 - Crescimento de Botões Florais de Café: Comprimento da Corola, Pêso Fresco, Pêso Sêco e Quantidade de Água	15
QUADRO 5 - Amido nas Corolas de Café, no Período da Floração	17

ABSTRACT

TITLE: Growth cycle of flower buds of coffee (Coffea arabica L. "undo Novo").

The growth cycle of flower buds of coffee under field conditions in Viçosa, Minas Gerais (Brazil) was studied during the dry season of 1967. Samples of 74–100 buds were collected weekly for length, dry matter and fresh weight determinations. Preliminary chemical and histochemical tests for starch in the corolla before and after breaking of bud dormancy were also included.

Flower initiation occurred by the end of May. By mid–July, buds had attained a length of 4–5 m after which time growth stopped temporarily. On September 14, growth resumed after a rainfall of 14.3 mm. Eleven days after (one day before anthesis), buds reached a maximum size of 11.5 m. The period of bud dormancy thus extended for about two months.

Water content of buds decreased slightly during the dormancy period, dropping from 57.2% on July 7 to 54.6% before the rainfall which broke dormancy. Following breaking of dormancy through anthesis, there was a rapid increase in moisture content to a maximum value of 77.4% at anthesis, decreasing thereafter. due to wilting. **Flower** abscission occurred **three** days later.

Changes in dry weight paralleled changes in bud length. Dry weight of buds remained stable from mid-July through September 14 and then increased **until** blooming. The rate of dry matter increase was approximately one-fourth of the rate of increase in water content,

Starch also increased in the growing bud, but an abrupt reduction in starch content occurred during flower opening.

It is postulated that rainfall removes from the buds a growth inhibitor responsible for dormancy, setting off an active growth process regulated by a promoter, probably of the gibberellin type. Anthesis may result from an osmotic attraction for water due to starch hydrolysis in the corolla. Analytical studies on soluble sugars and growth substances are necessary to clarify the mechanism controlling flower bud growth in coffee.

1. INTRODUÇÃO

Os botões florais do café, após a diferenciação, crescem até atingirem um comprimento de 4 a 5 mm, quando entram em dormência, se houver um período **sêco** definido. O crescimento só **k** reiniciado, sob condições naturais, depois de uma chuva de certa magnitude. Os botões passam então a crescer rapidamente, verificando-se a antese dentro de 10 a 14 dias, conforme a região.

Não havendo uma estação **sêca** definida, os botões crescem continuamente, resultando em floradas sucessivas, já que a iniciação dos **primórdios** florais se dá por períodos mais ou menos extensos. Floradas sucessivas resultam em várias colheitas, o que num sistema de cultura extensiva representa uma desvantagem.

A elucidação do mecanismo de indução e quebra de dormência dos botões florais, **além** do seu valor intrínseco, poderá servir de guia a tentativas para um possível controle da floração, visando a maturação de frutos numa mesma época. As cau-

sas do aparecimento de flôres anormais, como as chamadas "estrelinhas" que, provavelmente se ligam a um mecanismo básico comum, também poderão ser esclarecidas.

O presente trabalho representa uma contribuição parcial ao estudo da dormência de botões florais em café. Nêle são relatadas pesquisas acêrca do crescimento de botões em condições naturais, em Viçosa, Minas, bem como acêrca da variação do teor de amido e sua distribuição na corola, durante a fase de floração.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em 1940, FRANCO (8) realizou o primeiro trabalho sobre o fotoperiodismo, em relação à iniciação floral em cafeeiro. Com 8 horas diárias de luz, os cafeeiros de três anos floriram em janeiro, sendo concluído que café é planta de dia curto, fato êsse confirmado posteriormente por PIRINGER e BORTHWICK (21) e WENT (25). O fotoperíodo crítico localiza-se entre 13 e 14 horas visto que com fotoperíodos de até 13 horas ainda se deu a iniciação floral, o que não se verificou com fotoperíodos acima de 14 horas (21).

A temperatura influi de certa maneira na floração. Maior número de botões por axila tendo sido produzido por cafeeiros cultivados a uma combinação de temperaturas diurna/noturna, de $23^{\circ}/17^{\circ}$, do que a $26^{\circ}/20^{\circ}$. A floração foi bastante irregular e reduzida na combinação $30^{\circ}/24^{\circ}$, mas temperaturas mais elevadas favoreceram o crescimento dos botões florais (17).

Após a indução floral, os botões diferenciados crescem até atingirem 4 a 5 mm de comprimento, quando então paralizam seu crescimento por meses, entrando numa fase de dormência (17, 18, 20). Os botões florais somente recomeçam a crescer após a quebra da dormência, levando apenas 8 a 11 dias para se verificar a antese, quando a corola alcança um comprimento de 21 mm (18). Em condições naturais, a quebra da dormência dá-se por meio de uma chuva de certa magnitude (1, 8, 18, 20, 21).

Quando entram em dormência, com um tamanho de 4 a 5 mm, são chamados botões dormentes maduros. Somente nessa condição podem ter os botões sua dormência quebrada. MES (18) afirma que o comprimento de 4 mm delimita botões florais maduros de imaturos. PAGACZ (20) observou que, na falta de um período de repouso, a floração aborta ou apresenta-se anormal.

MES (18) atribui a dormência exclusivamente ao deficit interno de água nos botões florais, mesmo com suprimento razoável de umidade no solo. Isto seria em razão de uma vascularização imperfeita no pedúnculo da flor (19). A chuva, em condições de cultura, tem um efeito direto eliminando o deficit de água nos botões, e não simplesmente provocando um abaixamento de temperatura (18). ALVIM (1) sugere que não se trata apenas de um fenômeno físico de suprimento de água, porém de um possível mecanismo químico ou hormonal. A hidratação estimularia a síntese ou ativação de um hormônio responsável pela antese. Este hormônio poderia ser uma giberelina, uma vez que a aplicação de ácido giberélico, por aspersão, induziu o crescimento dos botões florais em repouso. PAGACZ (20) confirmou esse efeito do ácido giberélico.

Artificialmente, pode-se conseguir o reinício do crescimento dos botões florais de café por submersão em água (1, 17, 25). ALVIM (1) verificou que a submersão em água, por uma hora, de ramos cortados provocava a abertura das flores, dependendo o efeito contudo da temperatura, sendo melhor a 35° que a 25°, e nulo a 15°. Esses resultados estão em desacordo com MES (18) que observou não ter a temperatura da água dentro de certos limites, influência no florescimento, o qual foi sempre abundante, quando toda a parte aérea era imersa em água, por uma hora ou mais.

O problema da deficiência de água como causa de indução ou de quebra de dormência foi levantado mais tarde por ALVIM (3, 4). Sugeriu ele que a deficiência de água é necessária para quebrar a dormência dos botões florais, de um modo análogo ao efeito do frio na quebra de dormência de gemas das plantas

de zonas temperadas. Essa hipótese baseou-se na sua observação de que, em cafeeiros irrigados a intervalos curtos, os botões permaneciam dormentes (3) e de que uma deficiência de água favorecia tanto o efeito do ácido giberélico quanto o da imersão em água, neste último caso havendo abertura de flôres apenas quando os cafeeiros estavam com deficiência de água (4). ALVIM (4) adianta que a deficiência de água pode remover um inibidor responsável pela dormência dos botões, à semelhança de que ocorre com plantas de clima temperado, por efeito do frio. FRANCO (9), porém, comenta que os cafeeiros cultivados em solução nutritiva, em Campinas, florescem no mesmo dia que os demais cafeeiros, o que aparentemente contraria a hipótese de ALVIM.

Tratamentos cirúrgicos diversos (18) e auxinas (18, 20), não tiveram nenhum efeito na abertura de botões florais de café. Porém, óleos não tóxicos, como Nujol, induziram a abertura das flôres, quando aplicados diretamente aos botões (4).

MES (19) verificou que no botão dormente a célula-mãe do micrósporo está plenamente desenvolvida, e assim que se dá a quebra da dormência, natural ou artificialmente, ocorre a meiose, e a flor cresce, com um aumento concomitante do teor de &gua.

Revisões sôbre o problema da floração, em café, aparecem em ALVIM (1), FRANCO (9) e WENT (25).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Como material de estudo foram utilizados botões florais de café (Coffea arabica L.), do cultivar Mundo Novo. Esses botões foram colhidos de cafeeiros localizados em fileiras em contorno, na parte mediana de um cafézal de cerca de 12 anos de idade. O cafézal está situado em encosta de morro, de mediana declividade, nos terrenos da Universidade Rural, em Viçosa, a uma altitude aproximada de 660 m. Os cafeeiros apresentavam-se em bom estado nutritivo e sanitário.

O estudo foi realizado na estação seca de 1967, nos meses de julho a setembro. As temperaturas e umidades relativas, durante o período da pesquisa, foram obtidas dos gráficos de um termohigrógrafo, instalado no local das coletas. As chuvas verificadas no período de abril a setembro foram apenas aquelas que se mencionam à frente. A umidade do solo foi também determinada, através de amostras coletadas a 25-30 cm de profundidade, na projeção da copa dos cafeeiros usados no estudo. Essas amostras foram secas em estufa a 110^o, por um período aproximadamente de 48 horas.

A florada do café, em 1967, em Viçosa, foi induzida por uma chuva de 14,3 mm, ocorrida no dia 14 de setembro. Uma pequena chuva de 1,8 mm, caída a 10 de setembro, não foi suficiente para promover crescimento dos botões dormentes.

Semanalmente, foram colhidas, ao acaso, nos cafeeiros se-

leccionados, amostras de pelo menos 74 "botões", para determinação do comprimento da corola, do peso fresco e o peso seco. A partir da quebra de dormência, a coleta de amostras passou a ser feita com maior frequência. Usou-se para medir o comprimento uma régua milimetrada, enquanto o peso seco foi determinado por secagem em estufa de circulação forçada, a 65°, por 24 horas, pelo menos. Como "botões" considerou-se a corola e os estames, que são epipétalos em café. A partir de 20 de setembro, também o estilete ficou incluído no material.

Durante o período da florada, foram colhidas amostras para a determinação do teor de amido. Para essa finalidade, usaram-se 200 mg de material seco em estufa e triturado em almofariz, seguindo-se o método descrito por McCREADY e outros(16). A determinação do amido no extrato obtido do material mencionado foi feita em três alíquotas, sendo que em duas delas se tentou uma clarificação com as resinas intercambiadores de ions Amberlite IRA-400 e Amberlite IR-120, mas os resultados não foram inteiramente satisfatórios, em virtude da presença de material em suspensão.

Paralelamente, foram tomadas amostras para o estudo da distribuição dos grãos de amido nas pétalas. Botões florais foram fixados com o fixador de Régaud (14), por 24 horas. Fêz-se a inclusão em parafina e cortes com 5/16 de espessura,, com um micrótomo rotativo. Usou-se como corante do amido uma solução de Lugol (12). As montagens eram imediatamente observadas e fotografadas ao microscópio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estação sêca de 1967, em Viçosa, durante a qual foi realizado o presente estudo, caracterizou-se pela ausência total de chuvas, e como consequência pouca água disponível no solo (Quadro 1). A umidade relativa do ar atingia valores baixos, durante as horas mais quentes do dia, porém, a média semanal foi relativamente alta, em virtude das grandes variações de temperatura, que traziam a umidade à saturação todos aias pela manhã (Quadro 2). Quanto à temperatura, o período foi em média fresco, com grande flutuação diária, indo de noites frias a dias razoavelmente quentes (Quadro 3).

A formação das gemas florais em café iniciou-se em fins de maio e o estudo só começou em julho, quando os botões atingiram tamanho suficiente para serem manejados apropriadamente.

Ao iniciar-se o presente estudo, a cinco de julho, quando se colheu a primeira amostra, as corolas apresentavam um tamanho médio aproximado de 3,5 mm. Duas semanas depois, as corolas haviam atingido um tamanho entre 4 e 5 mm. Daí em diante, o crescimento dos botões em tamanho paralizou-se, somente voltando a realizar-se após a chuva caída a 14 de setembro. Portanto, os botões passaram por um período de dormência de cerca de dois meses. A antese ocorreu 12 dias após a referida chuva.

Uma análise do Quadro 4 revela que o aumento de peso fresco acompanhou bem de perto a variação em tamanho das corolas,

QUADRO 1 - Umidade do Solo, em Percentagem sôbre o Pêso Sêco, a 25-30 cm de Profundidade, no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, Durante os Meses de **Julho** a Setembro de 1967. Cada Dado Representa a Média de 5 Amostras, Ponto de Murcha do Solo: 19,9% (Média de 6 Determinações).

Data	Umidade, %	Data	Umidade, %
7/7	22,2	8/9	21,8
13/7	21,4	14/9	22,6
20/7	20,1	16/9	23,0
27/7	21,7	19/9	22,6
3/8	20,9	21/9	22,0
10/8	21,6	26/9	22,0
24/8	23,3	28/9	22,1
31/8	21,8	30/9	23,2

QUADRO 2 - Umidades Relativas (UR), Médias Semanais, Médias Semanais das UR Máximas e Mínimas, e Umidades Relativas Máxima e Mínima Absolutas de Semana, no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, nos Meses de Julho a Setembro de 1967

Nº de Dias	Período		UR Mé- dia Se- manal	Média das UR Máximas	Média das UR Mínimas	Absoluta	
	de	a				Máxima	Mínima
6	4/7	9/7	84,9	100,0	45,0	100	40
4	10/7	13/7	84,3	100,0	50,0	100	40
6	18/7	23/7	82,3	100,0	39,2	1100	30
7	24/7	30/7	71,5	100,0	41,4	100	35
7	31/7	6/8	80,9	100,0	39,3	100	25
7	7/8	13/8	80,2	100,0	41,4	100	35
7	14/8	20/8	77,6	100,0	32,9	100	25
7	21/8	27/8	78,4	100,0	37,1	100	35
7	28/8	3/9	77,3	100,0	35,0	100	30
7	4/9	10/9	78,0	100,0	40,0	100	30
7	11/9	17/9	84,5	100,0	58,6	100	35
7	18/9	24/9	81,1	100,0	47,1	100	30
7	25/9	1/10	74,2	100,0	34,3	100	30

QUADRO 3 - Temperaturas Médias Semanais, Médias Semanais das Máximas e Mínimas, Temperaturas Maxima e Mínima Absolutas da Semana, Verificados no Cafèzal Usado para o Presente Estudo, nos Meses de Julho a Setembro de 1967, em Graus C.

Nº de Dias	Período		Média Sema- nal	Média das Má- ximas	Média das Mí- nimas	Absoluta	
	de	a				Máxima	Minima
6	4/7	9/7	15,9	25,7	9,5	28	8
4	10/7	13/7	17,97	26,7	11,7	30	9
6	18/7	23/7	13,1	24,0	5,5	27	3
7	24/7	30/7	15,1	26,7	7,4	29	5
7	31/7	6/8	16,7	27,1	9,6	31	6
7	7/8	13/8	17,4	27,9	10,0	31	8
7	14/8	20/8	18,6	31,1	10,93	34	7
7	21/8	27/8	18,6	30,7	9,9	33	8
7	28/8	3/9	17,4	29,6	8,9	31	2
7	4/9	10/9	21,6	31,7	14,4	35	9
7	11/9	17/9	18,7	25,0	13,9	31	10
7	18/9	24/9	19,7	28,0	13,3	33	11
7	25/9	1/10	19,5	29,3	12,6	31	11

Esse fato pode ser mais facilmente apreciado comparando os respectivos gráficos, nas Figuras 1 e 2. A semelhança é evidente. Após a retomada do crescimento ou do que se vai chamar de "quebra da dormência", até a antese (florada), o peso fresco dos botões aumentou rapidamente, em decorrência tanto de um aumento de matéria seca quanto de água. Após a abertura da flor, que se deu no dia 26 de setembro, houve uma queda acentuada no peso fresco, visto que as corolas murcharam e, em três dias, caíram.

A Figura 2 e os dados do Quadro 4 mostram que o teor de umidade dos botões decresceu lentamente até o início de agosto, estabilizando-se a partir de então em torno de 50% do peso fresco, até o dia da chuva que provocou a quebra da dormência. Daí para a frente, o teor de umidade passa a aumentar rapidamente, atingindo um valor máximo de 77,4% na véspera da antese. Após esta, o teor decresce acentuadamente, em virtude da murcha da corola. A apresentação do teor de umidade em porcentagem sobre o peso seco mostra essas variações em grau ampliado (Figura 2).

Como aconteceu com o comprimento do botão, a matéria seca estacionou-se a partir da segunda quinzena de julho. Com a chuva indutora do dia 14 de setembro, ela passa a aumentar consistentemente até o dia da antese. A taxa de aumento é, todavia, bem menor que a taxa de aumento de água (Figura 1). A matéria seca praticamente não diminui após a antese.

MES (19) fez um estudo da variação da matéria seca e teor de água em função do comprimento da corola, usando material colhido de um único cafeeiro cultivado em condições artificiais, a uma temperatura diurna de 30°, e noturna de 24°. As coletas foram todas realizadas num período de apenas uma semana. As porcentagens de umidade (sobre o peso fresco) encontradas por ela foram sempre superiores às relatadas neste trabalho, porém, as curvas da variação foram semelhantes. Convém salientar que os dados do presente estudo foram obtidos em condições naturais, ao contrário dos de MES.

QUADRO 4 - Crescimento de Botões Florais de Café: Comprimento da Corola, Pêso Fresco, Pêso Sêco e Quantidade de Água. A Chuva que Quebrou a Dormência dos Botões Ocorreu a 14, e a Florada Verificou-se a 26 de Setembro de 1967.

Data da Coleta da Amostra	Nº de Botões na Amostra	Comprimento da Corola + Erro padrão das Médias m			Pêso Fresco de 100 Botões, g	Pêso Sêco de 100 Botões, g	Água				
							Pêso em 100 Botões, g	Percentagem		Sôbre o Pêso Sêco	Sôbre o Pêso Fresco
								Sôbre o Pêso Fresco	Sôbre o Pêso Sêco		
5/7	74	3,6	±	0,069	0,648	0,277	0,371	57,2	133,9		
7/7	108	3,7	±	0,067	0,671	0,288	0,383	57,1	133,0		
13/7	100	3,8	±	0,055	0,730	0,334	0,396	54,2	118,6		
20/7	102	4,6	±	0,059	0,990	0,436	0,554	55,9	127,1		
27/7	100	4,2	±	0,052	0,862	0,384	0,478	55,4	124,5		
3/8	100	4,2	±	0,050	0,860	0,398	0,462	53,7	116,1		
10/8	77	4,5	±	0,058	0,932	0,469	0,463	49,7	98,7		
17/8	103	5,0	±	0,050	1,092	0,536	0,556	50,9	103,7		
24/8	108	4,5	±	0,060	0,897	0,452	0,445	49,6	98,4		
31/8	115	4,6	±	0,054	0,904	0,453	0,451	49,9	99,5		
8/9	107	4,8	±	0,060	1,053	0,530	0,523	49,7	98,7		
14/9	101	5,2	±	0,063	1,301	0,590	0,711	54,6	120,5		
16/9	104	4,7	±	0,054	1,155	0,455	0,700	60,6	153,8		
19/9	108	6,4	±	0,075	2,335	0,691	1,644	70,4	237,9		
21/9	107	8,1	±	0,095	3,270	0,836	2,434	74,4	291,1		
23/9	102	9,8	±	0,032	4,372	1,076	3,296	75,4	306,3		
25/9	106	11,4	±	0,094	5,197	1,174	4,023	77,4	342,7		
26/9	102		-		4,947	1,447	3,500	70,7	241,9		
27/9	105		-		4,259	1,264	2,995	70,3	236,9		
28/9	108		-		3,727	1,198	2,529	67,8	211,1		
30/9	110		-		2,623	1,209	1,414	53,9	116,9		

O rápido aumento do teor de água, durante o crescimento do botão, após a quebra da dormência (19), combinado com a observação de HORIE (10) de que, na fase de botão, a epiderme das pétalas de Tradescantia reflexa continha grande quantidade de amido, o qual desaparecia quase completamente depois da abertura da flor, sugeriram a hipótese de um mecanismo osmótico na expansão da corola de café, através da conversão de amido a açúcares. Para testar essa hipótese, foi feito um estudo sobre o teor de amido na corola (Quadro 5) e sobre a distribuição dos grãos de amido nas pétalas (Figuras 3 e 4).

O teor de amido, conforme se vê no Quadro 5, aumentou nos botões florais em crescimento, desde a quebra da dormência até próximo a antese. No dia da antese, o teor havia caído de perto de 11 para 4 %. A falta de determinações mais próximas não permite, pela análise química apresentada, localizar-se exatamente em que fase o teor de amido começou a declinar. Aparentemente, tal declínio está associado apenas com o movimento de abertura da flor, e não com o crescimento do botão que se segue % quebra da dormência.

Como as amostras incluíram, além da corola, os estames e depois do dia 20 de setembro também os estiletos, as análises químicas tem um valor apenas relativo, visto que ambos, estames e estiletos, são ricos em amido. A contribuição dessas partes não parece ser todavia ponderável a ponto de invalidar qualitativamente as conclusões com respeito a variações do teor de amido das corolas.

Observando-se ao microscópio os cortes das pétalas, mostrados nas Figuras 3 e 4, nota-se uma diferença bem nítida na distribuição e tamanho dos grãos de amido no tecido, à medida que o botão floral cresce, até a queda das flôres (corola). Cada mancha escura representa de fato um aglomerado de grãos. No principio êsses aglomerados eram tão compactos que aparentavam ser um único grão.

A Figura 3-A ilustra o aspecto típico de material colhido dois dias antes da chuva. Vê-se que as células são peque-

QUADRO 5 - Amido nas Corolas de Café, no Período da Floração

Data da Co- leta de A- mostra	Pêso Fresco de 100 Bo- tões, g	Pêso Sêco de 100 Bo- tões, g	Amido em 100 Botões g	Percentagem de Amido sô- bre Matéria Sêca
9/9	0,864	0,454	0,034	7,5
20/9	2,689	0,820	0,085	10,4
23/9	4,365	0,949	0,103	10,9
26/9	4,945	1,324	0,053	4,0
28/9	3,727	1,259	0,055	4,4

nas, densamente protoplásmicas, e repletas de aglomerados de grãos de amido. Material colhido cinco dias antes da chuva, analisado quimicamente, continha 7.5% de amido. Como se trata em ambos os casos de botões dormentes, é de esperar-se que este teor se tenha mantido até pelo menos o dia da chuva.

O material colhido no dia 20, seis dias após a chuva, que quebrou a dormência, apresenta aglomerados de tamanho bem maior e a análise química de material paralelo acusava um teor de amido mais alto, de 10,4%. Deve-se notar o aumento do tamanho das células e conseqüente "diluição", ou seja espalhamento, dos grãos de amido (Figura 3-B).

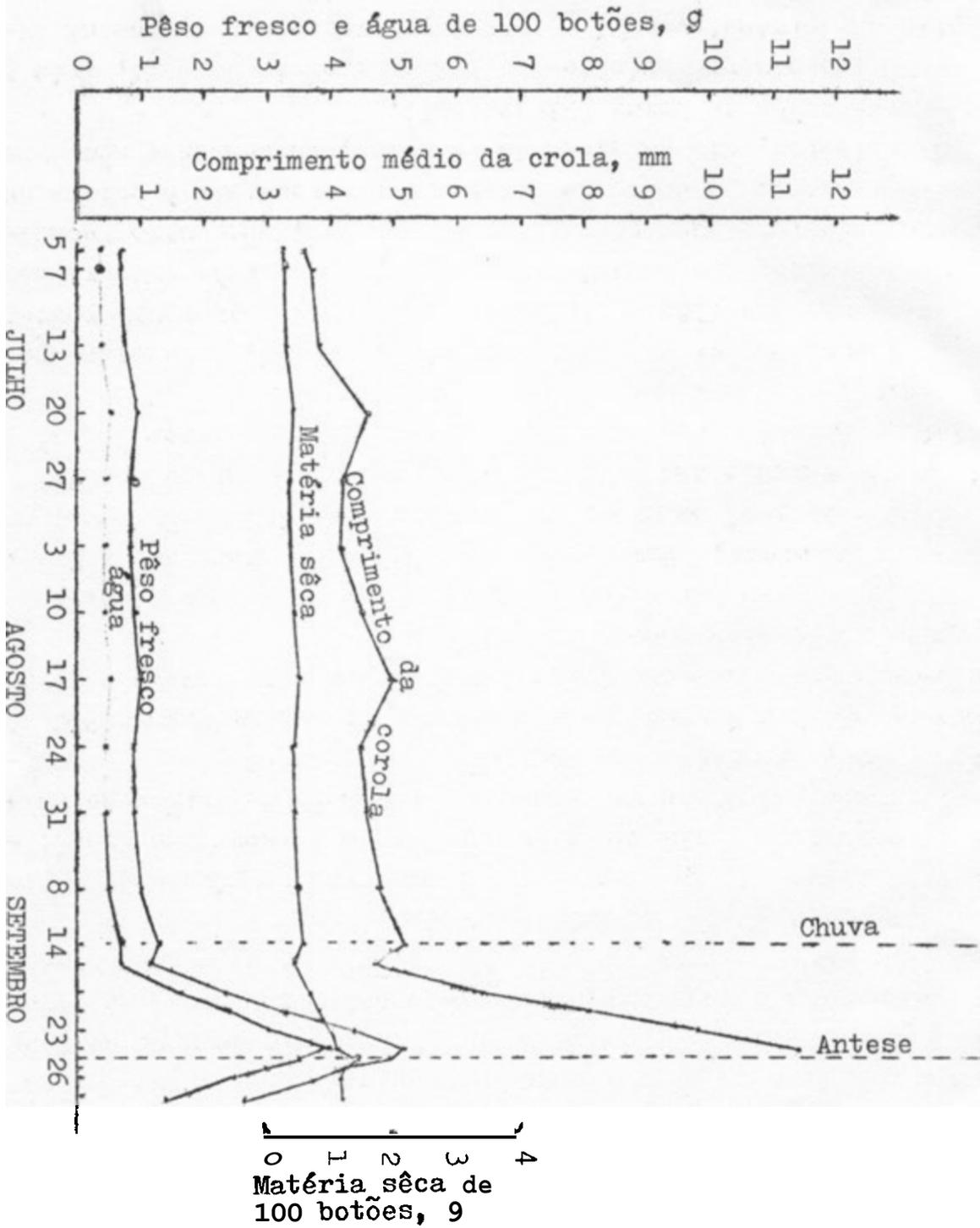
A Figura 3-C, representado um corte de pétala de material colhido no dia 23, três dias antes da abertura das flores, já parece indicar uma pequena degradação dos grãos de amido, porém, o efeito de diluição em conseqüência da expansão das células é ainda mais acentuado do que na Figura 3-B. A análise química de material coletado nessa data revela o maior teor de amido alcançado pelos botões.

As Figuras 3-D e 4-A mostram cortes de material coletado em 26 de setembro, data em que se deu a abertura das flores. Nesse material já se nota, claramente, uma diminuição geral no número e tamanho dos aglomerados de grãos de amido. A análise química acusou nessa data uma queda abrupta do teor de amido para 4,0%.

A amostra do dia 28 de setembro, isto é, dois dias após a abertura das flores (Figuras 3-E e 4-B) apresenta poucos grãos de amido, na maioria individualizados, praticamente sem aglomerações, ou quando assim se apresentam, são muito reduzidos em tamanho. O corte da pétala correspondente & coleta de 30 de setembro, dia da queda das corolas, praticamente não mais apresenta grãos de amido (Figura 3-F).

O crescimento rápido dos botões florais do café, após a quebra da dormência, está associado, como se disse, com um aumento de matéria seca total, inclusive amido, e com um aumento acentuado no teor de água. A taxa de aumento da umidade é

FIGURA 1 - Comprimento da Corola, Pêso Fresco, Matéria Sêca e Água, de Botões Florais de Café, em Função da Idade.



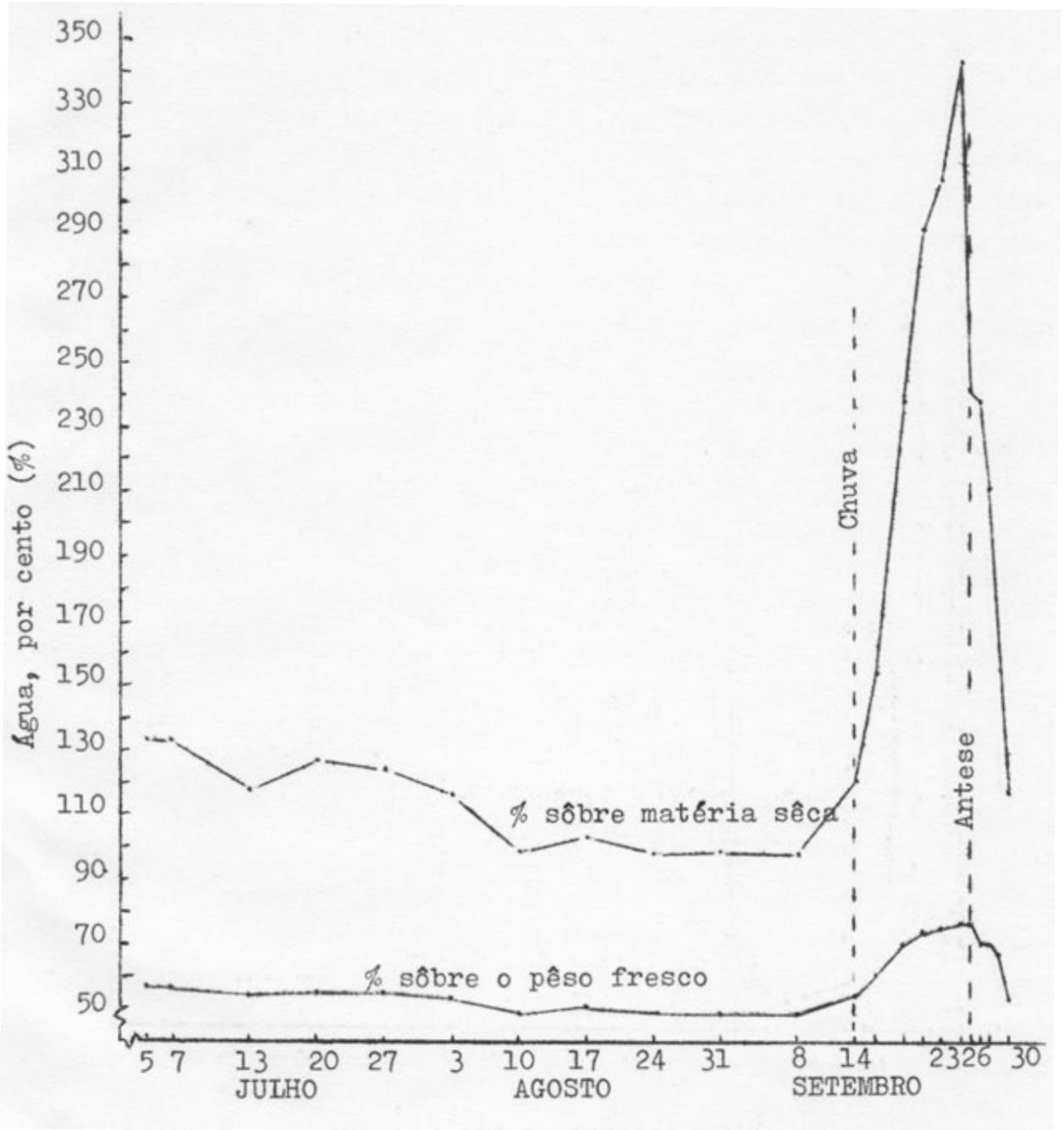


FIGURA 2 - Percentagem de Água sôbre Matéria Sêca, Pêso Fresco, de Botões Florais de Café, em Função da Idade

pois mais alta que a taxa de aumento da matéria sêca. A antese, por outro lado, está associada aparentemente com a degradação de amido na corola. Pode-se, dêste modo, pensar num fenômeno constituído de duas fases, uma fase de crescimento ativo desde a quebra da dormência até a antese, com aumento de matéria sêca e água, e outra fase de expansão osmótica, durante a antese, com a hidrólise de amido a açúcares, e conseqüente absorção de água. Evidentemente, os dados apresentados neste trabalho ainda não são suficientes para o estabelecimento do mecanismo de contróle dessas duas fases.

Convém mencionar que um fenômeno aparentemente análogo ocorre no crescimento das bagas de uva, Vitis vinifera. Segundo COOMBE (5), o crescimento das bagas segue uma curva sigmóide dupla. Nas variedades com semente, o primeiro ciclo de crescimento correlaciona-se com a atividade meristemática, nas sementes, e com o teor de auxina, nas bagas; nas variedades sem sementes, esse primeiro ciclo de crescimento está aparentemente associado com giberelina e não com auxina. O segundo ciclo de crescimento está relacionado apenas com o acúmulo de açúcares, nas bagas. COOMBE sugere que a deposição de açúcares nas bagas causa êsse segundo ciclo de crescimento por uma atração osmótica de água.

Estudos posteriores sobre a variação de açúcares solúveis e substâncias de crescimento nos botões florais, desde o botão dormente até a flor aberta, são necessários para esclarecer o mecanismo envolvido no fenômeno de dormência, renovação de crescimento e abertura da flor do café.

É provável que a chuva seja necessária para remover um inibidor que se acumula nos botões durante o período de sêca, embora ALVIM (4) sugira que a deficiência de água é a causa da remoção de um inibidor responsável pela dormência dos botões. Dormência de gemas parece ser regulada por inibidores endógenos (7) e aparentemente o composto inibidor natural mais importante é o ácido abscísico (uma dormina), tanto em gemas (22, 23), quanto em sementes (15). O efeito inibidor do ácido

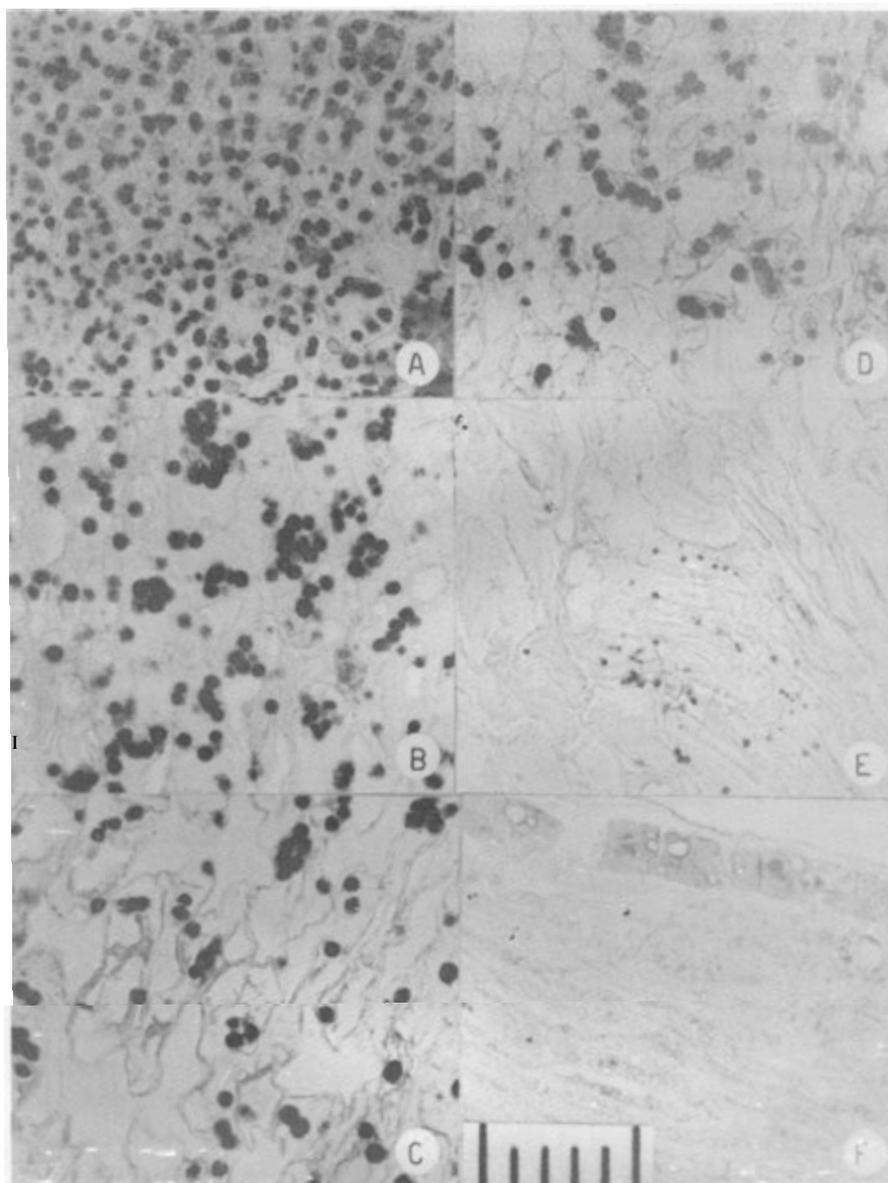


FIGURA 3 - Fotomicrografias de Cortes Longitudinais de Pétalas de Botões Florais e de Flores, Mostrando o Tamanho e Distribuição dos Grãos de Amido. Cada Divisão da Escala Equivale a 10μ .

A. Corte de Material Coletado em 12 de Setembro, Dois Dias Antes da Chuva.

B. Corte de Material Coletado em 20 de Setembro, Seis Dias Após a Chuva.

C. Corte de Material Coletado em 23 de Setembro, Nove Dias Após a Chuva.

D. Corte de Material Coletado no Dia da Florada, em 26 de Setembro, Doze Dias Após a Chuva.

E. Corte de Material Coletado em 28 de Setembro, Dois Dias Após a Abertura das Flores.

F. Corte de Material Coletado em 30 de Setembro, no Dia em que se Notou a Queda das Corolas.

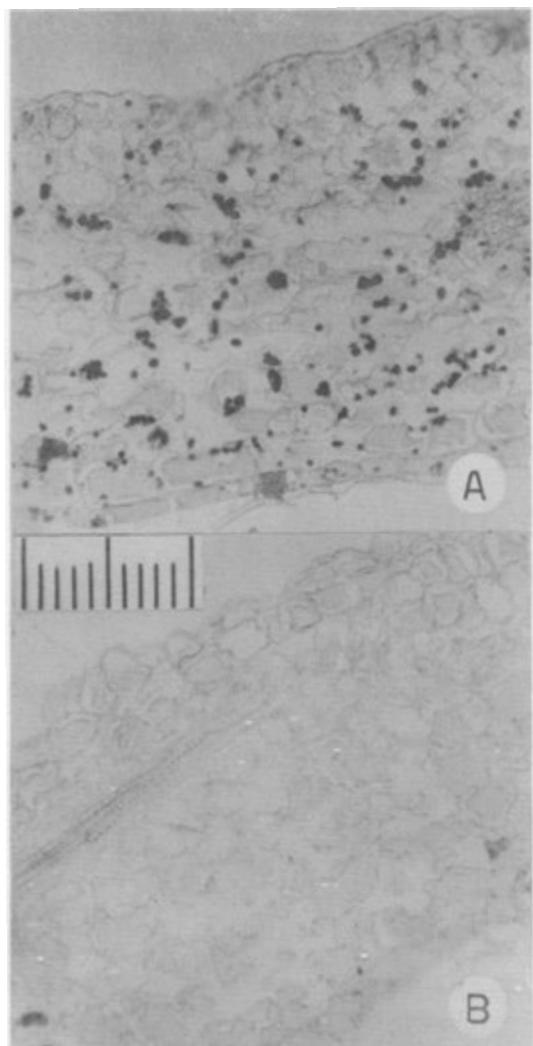


FIGURA 4 - Fotomicrografias de Cortes Longitudinais de Pétalas de Flores de Café, Mostrando a Distribuição e tamanho dos Grãos Amido no Parênquima. Cada Divisão da Escala Equivale a 10μ .

A. Corte de Material Coletado em 26 de Setembro, no Dia da Florada.

B. Corte de Material Coletado em 28 de Setembro, Dois Dias Após a Abertura das Flores.

abscísico é contrabalançado por giberelina, tanto em gemas como em sementes (15, 23).

Um possível envolvimento de giberelinas no crescimento posterior do botão apoia-se na observação de ALVIN (2), confirmada por PAGACZ (20), de que a aplicação de ácido giberélico induz o crescimento de botões dormentes. A presença de atividade giberélica em estames maduros de Vitis vinifera foi verificada por COOMBE (5), enquanto MES (19) observou que no botão dormente maduro de café, as células mães dos microspores estavam inteiramente desenvolvidas e que a meiose ocorria logo após o reinício do crescimento. Essas observações coadunam-se com a idéia de um mecanismo de crescimento do botão maduro de café sob controle de giberelina produzida nos estames, após a quebra da dormência.

HORI e FUJII (10) relatam que em Portulaca grandiflora os teores de água e de substância de crescimento aumentam rapidamente quando a floração começa, atingindo o máximo na abertura e decrescendo depois. Essa mesma tendência foi observada também com respeito à respiração, e teor de glicose e frutose. HORI e FUJII não mencionam qual o tipo de substância de crescimento, mas pelo método de extração com éter e bio-ensaio de curvatura de Avena presume-se tratar-se de auxina.

Um mecanismo osmótico na abertura das flôres de Tradescantia reflexa é levantado por HORIE (11), ao mostrar que a rápida extensão das pétalas parece estar associada com a hidrólise do amido armazenada na epiderme. Comentando essas observações, Van OVERBEEK (24) sugere que o potencial hídrico (força de sucção) das células durante o alongamento pode ser mantido por giberelina, já que esse hormônio vegetal está envolvido no controle de hidrólise de amido (por exemplo, 6). Os resultados aqui apresentados sugerem um mecanismo osmótico na antese do botão floral do café, porém, há necessidade de confirmação por meio de estudos posteriores.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O ciclo de crescimento dos botões florais do café, Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, foi estudado em Viçosa, Minas Gerais, em condições naturais, no ano de 1967. A iniciação floral verificou-se em fins de maio e princípios de junho, e o estudo começou em julho, prolongando-se até fins de setembro. Nesse período choveu o suficiente para a quebra da dormência dos botões apenas em 14 de setembro, com uma precipitação de 14,3 mm. Trata-se, portanto, de um período nitidamente seco, de ocorrência normal na região. As temperaturas médias semanais variaram de 13° a 20°, com noites frias e dias relativamente quentes. A umidade relativa do ar esteve em média em torno de 80%, e a água disponível no solo, a 25-30 cm de profundidade, foi praticamente nula.

O crescimento dos botões foi determinado semanalmente em amostras de 100 botões comumente, com poucas amostras de no mínimo 74 botões. Mediu-se o comprimento do botão, seu peso fresco e seu peso seco. Os botões não incluíam o ovário da flor. Um estudo químico e histoquímico preliminar do amido na corola foi também realizado.

Os botões, em meados de julho, haviam atingido um comprimento de 4-5 mm, não se verificando, posteriormente, nenhum crescimento, até a chuva de 14 de setembro. O período de dormência foi, portanto, no presente caso, de dois meses. Após a

chuva, o crescimento reinicia-se, chegando o botão rapidamente a um comprimento médio de 11,5 mm, em onze dias, na véspera da florada. As flôres se abriram no dia 26 de setembro, 12 dias após a chuva que quebrou a dormência.

O peso seco seguiu um ciclo paralelo ao comprimento do botão, isto é, estabilizou-se de meados de julho até o dia da chuva, somente voltando a aumentar após a quebra da dormência. Daí até a antese, o aumento de peso seco foi rápido.

O teor de água, expresso na base de peso fresco caiu ligeiramente de 57,2% no início do estudo a 54,6%, antes da chuva. Após esta, o teor de água passa a aumentar rapidamente, atingindo 77,4% na flor aberta, quando então passa a decrescer até a queda da corola, verificada quatro dias após a antese.

O amido acumulou-se no botão durante o crescimento verificado após a quebra da dormência. Seu teor cai abruptamente nas vésperas da antese. Estudo histoquímico mostrou que os grãos de amido, aparentemente aglomerados de grãos de amido, distribuem-se regularmente, em grande quantidade, nas células do mesófilo das pétalas. Na antese, os grãos apresentam-se quase ausentes de pétalas, desaparecendo por completo à medida que a corola fenece.

Sugere-se que a quebra da dormência k provocada pela remoção das águas de chuva de um inibidor presente no botão, seguindo-se um processo ativo de crescimento regulado por um hormônio, provavelmente do tipo de giberelina. A antese parece resultar de uma expansão osmótica das células em razão do acúmulo de açúcares solúveis, provenientes da hidrólise do amido. Tendo sido o objetivo do presente trabalho estudar apenas o ciclo de crescimento dos botões florais, reconhece-se que para a elucidação do mecanismo de controle desse ciclo requer estudos posteriores, principalmente com relação a variações de açúcares solúveis e de substâncias hormonais, durante a fase de dormência e renovação de crescimento.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P.T. Advances in coffee production technology. Recent advances in our knowledge of coffee trees. 1. Physiology. Coffee Tea Ind. Flav., 81 (11):17-25. 1958.
2. ——— . Estimulo de la floración y fructificación del cafeto por aspersiones con acido giberelico. Turrialba, 8 (112):64-72. 1958.
3. ——— . Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. Science, 132 (3423):354. 1960
4. ——— . Physiology of growth and flowering in coffee. Cofee, Turrialba, 2 (6): 57-62. 1960.
5. COOMBE, B. G. Relationship of growth and development to changes in sugars, auxins, and gibberellins in fluit of seeded and seedless varieties of Vitis vinifera. Plant Physiol., 35:241-250. 1960.
6. CHRISPPEELS, M.J. & VARNER, E. Gibberellic acid-induced synthesis and release of α -amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layers. Plant Physiol., 42:398-406. 1967.
7. EAGLES, C.F. & WAREING, P.F. The role of growth substances in the regulation of bud dormancy. Physiol. Plantarum, 17: 697-709. 1964.

8. FRANCO, C. M. Fotoperiodismo em cafeeiro. Rev. Inst. Café, São Paulo, 15 (164):1586-1592. 1940.
- 9: ————— . Fisiologia do cafeeiro. In Cultura e Adubação do Cafeeiro. S. Paulo, Inst. Brasileiro Potassa. 1965,p. 63-80.
10. 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.
11. HORIE, K. The behavior of the petals in the fading of the flower of Tradescantia reflexa. Protoplasma, 53:377-386. 1961.
12. JOHANSEN, D.A. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill, 1940. 523 p.
13. KAWASE, M. Growth-inhibiting substance and bud dormancy in woody plants. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc., 89:752-757. 1966.
14. LANGERON, M. Précis de Microscopie. 7ème ed. Paris, Masson, 1949. 1430 p.
15. LIPPE, W.N & GRANE, J.C. Dormancy regulation in peach seeds. Science, 153: 541-542. 1966.
16. McCREADY, R.M; GUGGOLZ, J; SILVIERA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables. Anal. Chem., 22:1156-1158. 1950.
17. MES, M.G. Studies on flowering of Coffea arabica L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Série A), 4 (4):328-341. 1956.
18. MES, M. G. Studies on flowering of Coffea arabica L. 11. Breaking the dormancy of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Série A), 4 (4):342-354. 1956.
19. ————— . Studies on flowering of Coffea arabica L. III. Various phenomena associated with the dormancy of coffee

- flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Série A), 5 (1): 25-44, 1957.
20. PAGACZ, E. A. Quelques considerations sur la floraison du caféier, Bull. Agric. Congo Belge, 50 (6):1531-1540.1959.
21. PIRINGER, A.A.& BORTHWICK, H.A, Photoperiodic responses of coffee. Turrialba, 5 (3):72-77. 1955.
22. ROBINSON, P.M.; WAREING, P.F.; THOMAS, T.H. Isolation of the inhibitor varying with photoperiod in Acer pseudo-platanus. Nature, London, 199:875-876, 1963.
23. THOMAS, T. H.; WAREING, F.P.; ROBINSON, PM Action of the sycamore "dormin" as a gibberellin antagonist. Nature, London, 205:1270-1272. 1965.
24. Van OBERBEEK, J. Plant hormones and regulators. Science, 152:721-731. 1966.
25. WENT, F.W. The Experimental Control of Plant Growth. Waltham, Mass., Chonica Botanica, 1957, p. 164-168.