

SILVIA MARIA SANTOS CROOPE

MODIFICAÇÕES QUÍMICAS, FISIOLÓGICAS E ANATÔMICAS
NA COROLA DE CAFÉ (Coffea arabica L. "Mundo No-
vo") DURANTE A FLORAÇÃO

Tese Apresentada à Escola de
Pós-Graduação da Universidade Ru-
ral do Estado de Minas Gerais, co-
mo Parte das Exigências do Curso
de Biologia, para o Grau de "Ma-
gister Scientiae".

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1969

CONTEÚDO

| | Página |
|---------------------------------|--------|
| LISTA DE QUADROS | iv |
| LISTA DE FIGURAS | v |
| ABSTRACT | vii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 4 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 7 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES | 21 |
| 6. LITERATURA CITADA | 23 |

des meus pais,
no meu espôso.

AGRADECIMENTO

À Escola de Pós-Graduação da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, através do Prof. Clibas Vieira, pela oportunidade de poder realizar o Curso de Biologia;

Do Prof. Moacir Maestri pela orientação e assistência proporcionada;

Do Prof. Chotaro Shimoya e Renato Sant'Anna, pela ajuda e conselhos prestados em diversas ocasiões, durante o desenvolvimento deste trabalho;

Do Conselho Nacional de Pesquisas (C.N.Pq.) pela concessão da bolsa de Pós-Graduação;

Do Instituto Brasileiro de Café, pelo auxílio financeiro, que permitiu a aquisição de parte dos materiais de laboratório usados, durante a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

SILVIA MIRIA SANTOS CROOPE, filha de Ananias José dos Santos e Laudelina Correia Santos, nasceu em Riachuelo, Sergipe, aos 18 dias do mês de setembro de 1943. Em 1966, obteve o diploma de Bacharel e Licenciada em Ciências - História Natural na Faculdade de Filosofia da Universidade Federal de Minas Gerais. Em 1967 ingressou na Escola de Pós-Graduação da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais com bolsa de Pós-Graduação do Conselho Nacional de Pesquisas (C.N.Pq.).

LISTA DE QUADROS

| | Página |
|--|--------|
| QUADRO 1 - Pêso fresco, pêso sêco, açúcares redutores, açúcares solúveis e amido de 100 corolas e percentagem de água nas corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café .. | 8 |
| QUADRO 2 - Teores de açúcares redutores e solúveis e de amido, em percentagem de pêso fresco e do pêso sêco, nas corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café | 10 |
| QUADRO 3 - Atividade amilolítica (AA) em diferença de absorbância (ΔA) por 100 corolas e atividade amilolítica relativa (AAR) em diferença de absorbância por g de pêso fresco, na corola durante a floração de café | 14 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| FIGURA 1 - Variação nas quantidades de açúcares redutores, açúcares solúveis e amido e no peso seco, de 100 cordas, durante a renovação e crescimento dos botões florais | 9 |
| FIGURA 2 - Variação nos teores de açúcares redutores, açúcares solúveis, amido e água, em percentagem do peso fresco das corolas, durante a renovação e crescimento dos botões florais de café | 11 |
| FIGURA 3 - Variação nos teores de açúcares redutores, açúcares solúveis, e amido, em percentagem do peso seco e no teor de matéria seca em percentagem do peso fresco, durante a renovação e crescimento dos botões florais de café | 12 |
| FIGURA 4 - Atividade amilolítica (AA) em diferença de absorbância por 100 corolas, durante a renovação e crescimento dos botões florais de café ... | 15 |
| FIGURA 5 - Variação no tamanho e distribuição de grãos de amido nas pétalas da | |

flor de café, durante a renovação de
crescimento

17

FIGURA 6 - Variação na estrutura das pétalas da
flor de café, durante a renovação de
crescimento

18

ABSTRACT

Title: Chemical, physiological and anatomical changes in the corolla of coffee (Coffea arabica 'Mundo Novo') during flowering.

Changes in chemical composition and anatomical structure were followed in coffee corollas, from break of dormancy of flower buds to anthesis, during the 1968 flowering season in Viçosa, Minas Gerais.

The content of the reducing sugars, soluble sugars and starch increased rapidly in the corollas during the period from the ending of the dormancy of the buds to about four days before the opening of the flower. At this time it was verified that there was a decrease in the starch content and an increase in the content of the sugars. However, there was not an exact equivalence between the variation of these two groups of organic constituents. The reducing sugars constituted the major part of the soluble sugars present in the corolla during the entire flowering phase after the termination of the dormancy.

The activity of α -amylase per corolla was greater

during the days preceding the anthesis. When expressed in units of fresh weight the activity decreased, but this can be accredited to the dilution resulting from the great increase of the amount of water.

Histochemical studies confirmed the accentuated disappearance of the starch grains during the final growth. Initially the disappearance was more intense in the external epidermis and the underlying mesophyll, which coincided with the formation of large intercellular spaces in that portion of the mesophyll and with the swelling of the bud. The epidermes showed dense cytoplasm until anthesis. The external epidermis was thicker at first, but became as thick as the internal one toward the opening of the flower.

These results suggest that the epidermes have an active function during the swelling phase and during the later anthesis phase. The role of the osmotic force created by the conversion of starch to sugars in those phases may be only that of a growth stabilizer.

1. INTRODUÇÃO

A indução floral em café verifica-se sob dias curtos (6, 20, 26). As gemas após diferenciadas crescem lentamente até um tamanho de 4 a 8 mm, quando entram em um período de dormência mais ou menos longo, de acordo com as condições climáticas reinantes (2, 3, 15, 16, 20).

Normalmente, a quebra da dormência é realizada por chuva, mas alguns agentes físicos e químicos têm também o mesmo efeito (1, 3, 16, 19, 20, 21, 26). Após a quebra da dormência o botão desenvolve-se rapidamente, ocorrendo a antese dentro de 1 a 2 semanas (3, 15, 16, 19, 20, 21, 26).

Este trabalho apresenta alguns estudos sobre modificações químicas, fisiológicas e anatômicas que ocorrem na corolla dos botões de café durante a fase de rápido crescimento após a quebra da dormência. Espera-se que eles possam ajudar na elucidação do mecanismo da quebra de dormência e da abertura da flor de café.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A velocidade de crescimento do botão floral de café entre a quebra da dormência e a abertura da flor parece depender principalmente da temperatura ambiente. Assim WENT (26), sob condições controladas e usando ramos cortados, verificou que as flôres se abriam em 10 dias a temperaturas diurna de 30° e 20° noturna, em 12 dias a $26^{\circ}/20^{\circ}$ e em 14 dias a $23^{\circ}/17^{\circ}$. Segundo WENT, o crescimento, após a quebra da dormência, é controlado por um processo químico com um coeficiente térmico (Q_{10}) de cerca de 2. MES (15), no mesmo laboratório, confirmou a importância da temperatura no processo de abertura da flor, encontrando que, quando mantidos à temperatura de $30^{\circ}/24^{\circ}$ (diurna/noturna), ramos cortados, provenientes de plantas crescidas sob diversas combinações de temperaturas diurnas/noturnas, mostravam a abertura dos botões de 4 mm de comprimento ou mais em 8 dias. Esse período parece portanto ser determinado pela temperatura reinante durante o período que vai da quebra da dormência à abertura da flor e não por aquela predominante durante o crescimento anterior do botão. A mesma autora (15) encontrou igualmente que plantas **k** temperaturas de $30^{\circ}/24^{\circ}$ florescia 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.

MES (17) relata também que quando os botões florais estavam maduros, isto é, as corolas tinham atingido um comprimento de aproximadamente b mm, as células mães do microporo estavam inteiramente desenvolvidas, vindo a meiose a ocorrer logo que o crescimento se reiniciava após a quebra da dormência. Nessa fase o teor de água aumentou rapidamente de 69,0% a 84,3%, caindo nas flôres abertas a 81,4%.

Recentemente, FREDERICO realizou um estudo do ciclo de crescimento de botões florais de café sob condições naturais, em Viçosa, Minas Gerais, tendo notado também um rápido aumento no teor de água durante a floração. O teor de amido, que aumentou com o crescimento do botão após a quebra da dormência, sofreu uma queda por ocasião da antese (Donato FREDERICO, 1969, comunicação pessoal).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os botões florais usados neste trabalho foram colhidos de um cafézal de cerca de 10 anos de idade, do cultivar 'Mundo Novo', existente nos terrenos da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, em Viçosa.

Os botões utilizados para as análises químicas e para os estudos histológicos foram colhidos logo após uma chuva ocorrida no dia 5 de agosto de 1968, com uma precipitação total de 9,6 m. Em geral as colheitas foram efetuadas de 2 em 2 dias,

Para as análises químicas colheram-se de cada vez, 400 a 500 botões dos quais se isolaram as corolas, eliminando-se os estames. Destas, tomaram-se duas sub-amostras de 200 unidades cada. Uma sub-amostra foi seca em estufa de circulação forçada a 75°, para determinação do peso seco e teor de água, e a outra foi usada para as análises.

Os açúcares foram extraídos do material fresco com etanol a 80% a quente, seguindo-se um refluxo em aparelho de Soxhlet com etanol a 80% por 12 horas, segundo A.O.A.C. 6.074 (11). O etanol foi evaporado e o extrato retomado em água. Após clarificação do extrato aquoso com resinas cambiadoras

de ions, conforme A.O.A.C. 6.076 (11), usando-se Permutador I e Permutador III da Merck, fêz-se a determinação de açúcares redutores pelo método colorimétrico de SOMOGYI (24) com produção de cor pelo reagente de arsenomolibdato de NELSON (18).

A determinação de açúcares totais no mesmo extrato clarificado foi feita pelo método de antrona (22). A mistura do extrato e do reagente de antrona foi aquecida em banho-maria em ebulição por 15 minutos exatamente, resfriada, e o complexo azul-esverdeado foi medido a 620 nm contra um branco preparado com água e o reagente. A curva padrão para a determinação foi preparada com glicose. Para a determinação de amido, seguiu-se o método de HASSID & NEUFELD (8), usando-se 100 mg do resíduo da Extração alcoólica.

Para estudo histológico, em cada estágio de desenvolvimento, fixaram-se corolas pelo método de Régaud (14), as quais eram em seguida incluídas em parafina. A distribuição dos grãos de amido nos cortes foi observada após reação histoquímica com iodo (12), enquanto a anatomia das pétalas foi estudada após tripla coloração dos cortes com safranina, violeta de genciana e orange G (14).

Para a atividade amilolítica, usaram-se 50 corolas, tomando-se o comprimento do botão como critério de desenvolvimento. O extrato bruto de amilase foi obtido conforme a técnica de CHRISPEELS & VARNER (4). As corolas foram homogenizadas com um pouco de areia em almofariz de procelana, previamente resfriado, e com solução de cloreto de sódio 0,2 M. O homogenado foi diluído para 15 ml com a mesma solução, vertido para um tubo de ensaio e centrifugado a 2000 X g por 15 minutos.

O ensaio de α -amilase foi realizado conforme o método de SHUSTER & GIFFORD (23). Em um tubo de ensaio colocaram-se 0,9 ml do extrato bruto diluído para 1,0 ml com so-

lução de NaCl, iniciando-se a reação com a adição de 1 ml da solução de amido (150 mg de amido, 600 mg KH_2PO_4 e 200 micromoles de CaCl_2 , para um volume final de 100 ml). A reação realizou-se a 28° por 5 minutos, sendo paralizada ao adiciona-se 1,0 ml de uma solução de iodo-HCl, constituída de 60 mg de KI e 6 mg de I_2 em 100 ml de HCl 0,05 N. Após a adição de 5 ml de água, a absorvância da solução resultante foi medida a 620 nm. O decréscimo de absorvância causada pela ação da enzima é proporcional à quantidade de α -amilase presente e ao tempo de reação, dentro da faixa de 30% a 75% de decréscimo de absorvância (4). A atividade amilolítica relativa foi obtida dividindo-se o decréscimo de absorvância obtido para o volume total do homogenado, pelo peso fresco das 50 corolas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas mostram um aumento acentuado nos teores de açúcares e amido na corola de café, na fase de floração, que vai desde a quebra da dormência a 4 dias antes da antese, esse fato pode ser apreciado tanto pelos dados de quantidades absolutas (Quadro 1 e Figura 1), como pelos dados relativos (Quadro 2 e Figuras 2 e 3). Assim, no período de 6 a 19 de agosto, enquanto as corolas haviam aumentado menos de cinco vezes o seu peso seco, os açúcares solúveis haviam aumentado cerca de vinte vezes e o amido de pouco menos de 15 vezes. Isso indica uma fase de intensa mobilização e acúmulo de reservas.

Entre a quebra da dormência até 4 dias antes da antese, a proporção de água para matéria seca variou de cerca de 1:1 para aproximadamente 4:1. Apesar do efeito diluidor do conteúdo de água, o teor de açúcares e amido, em relação ao peso fresco, também aumentou nesse período (Quadro 2 e Figura 2).

Convém notar que os açúcares redutores constituem a maior parte dos açúcares solúveis presentes na corola e não parece haver modificação acentuada na proporção desses cons-

QUADRO 1 - Pêso frêsko, pêso sêco, açúcares redutores, açúcares solúveis e amido de 100 corolas e percentagem de água nas corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café.

| Amostra n.º | Data colheita | Pêso fresco mg | Pêso sêco mg | Açúcares redutores mg | Açúcares solúveis mg | Amido mg | Água % |
|-------------|---------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------------|----------|--------|
| 1 | 6/8/68 | 299 | 163 | 0,69 | 2,12 | 3,48 | 45,4 |
| 2 | 9/8/68 | 657 | - | 1,85 | 3,25 | 13,71 | - |
| 3 | 11/8/68 | 1238 | - | 5,44 | 7,39 | 21,08 | - |
| 4 | 13/8/68 | 1784 | 455 | 10,94 | 13,69 | 31,36 | 74,5 |
| 5 | 15/8/68 | 2097 | 518 | 13,31 | 19,62 | 39,46 | 75,3 |
| 6 | 17/8/68 | 2959 | 630 | 26,25 | 30,31 | 43,03 | 78,7 |
| 7 | 19/8/68 | 3526 | 733 | 40,62 | 43,23 | 51,55 | 79,2 |
| 8 | 21/8/68 | 3706 | 808 | 44,37 | 47,19 | 40,32 | 78,2 |
| 9 | 22/8/68 | 4352 | 866 | 66,00 | 72,00 | 29,50 | 80,1 |
| 10 | 23/8/68 | 4739 | 948 | 60,25 | 70,62 | 26,12 | 80,0 |

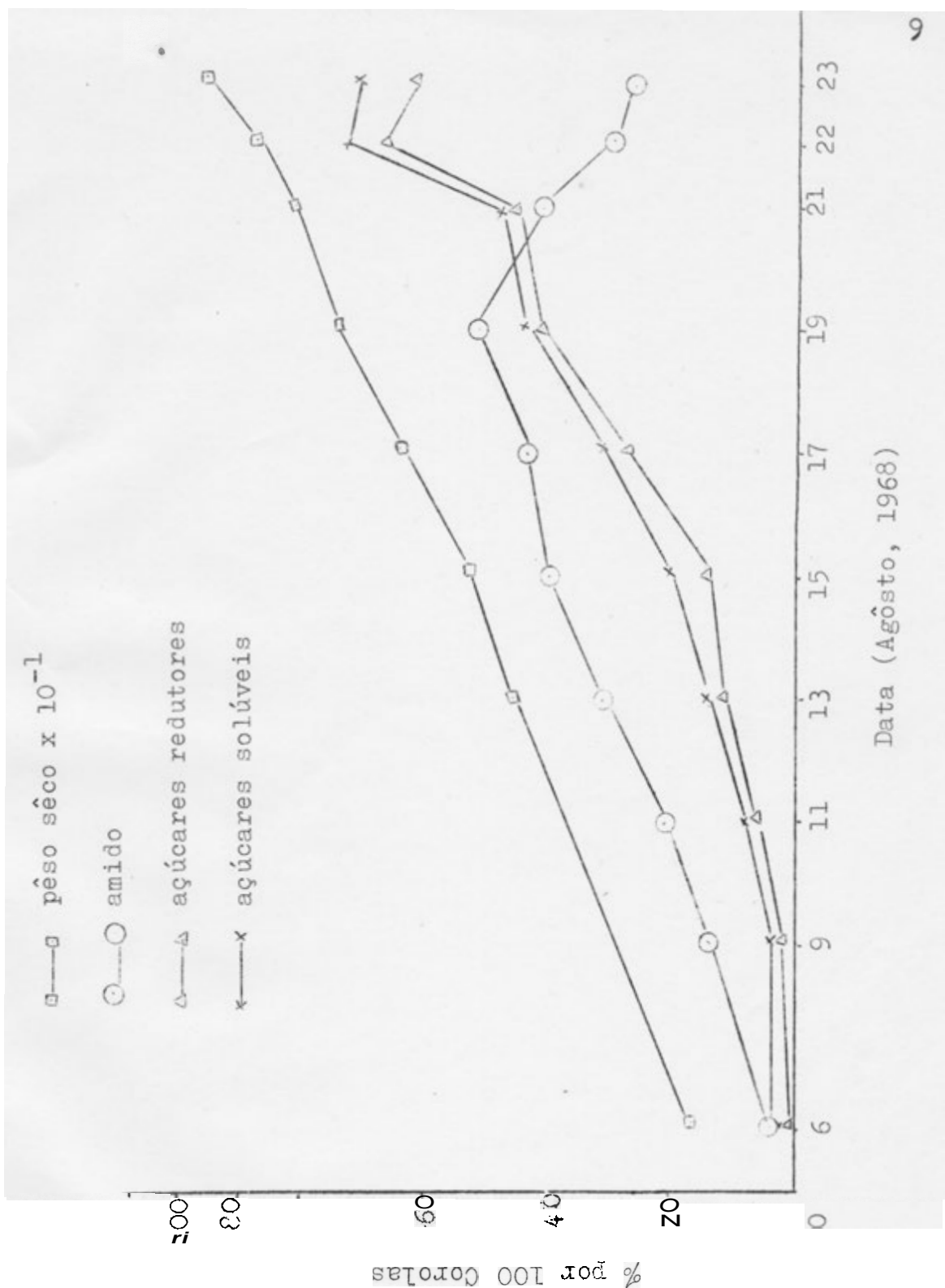


FIGURA 1 - Variação na quantidade de açúcares redutores, açúcares solúveis e amido, e no peso sêco, de 100 corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais.

QUADRO 2 - Teores de açúcares reduçores e solúveis e de amido, em percentagem do peso fresco e do peso seço, nas corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café.

| Amostra n.º | % Pêso fresco | | | % Pêso seço | | |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|
| | Açúca- res re- duto- res | Açúra- res so- luveis | Amido | Açúca- res re- duto- res | Açúca- res so- luveis | Amido |
| 1 | 0,23 | 0,71 | 1,16 | 0,42 | 1,30 | 2,13 |
| 2 | 0,28 | 0,49 | 2,09 | - | - | - |
| 3 | 0,44 | 0,60 | 1,70 | - | - | - |
| 4 | 0,61 | 0,77 | 1,76 | 2,40 | 3,01 | 6,89 |
| 5 | 0,63 | 0,94 | 1,88 | 2,57 | 3,79 | 7,62 |
| 6 | 0,89 | 1,02 | 1,45 | 4,16 | 4,81 | 6,82 |
| 7 | 1,15 | 1,23 | 1,46 | 5,54 | 5,89 | 7,03 |
| 8 | 1,20 | 1,27 | 1,09 | 5,49 | 5,84 | 4,99 |
| 9 | 1,51 | 1,65 | 0,68 | 7,62 | 8,31 | 3,41 |
| 10 | 1,27 | 1,49 | 0,55 | 6,35 | 7,45 | 2,75 |

(-) Dados perdidos.

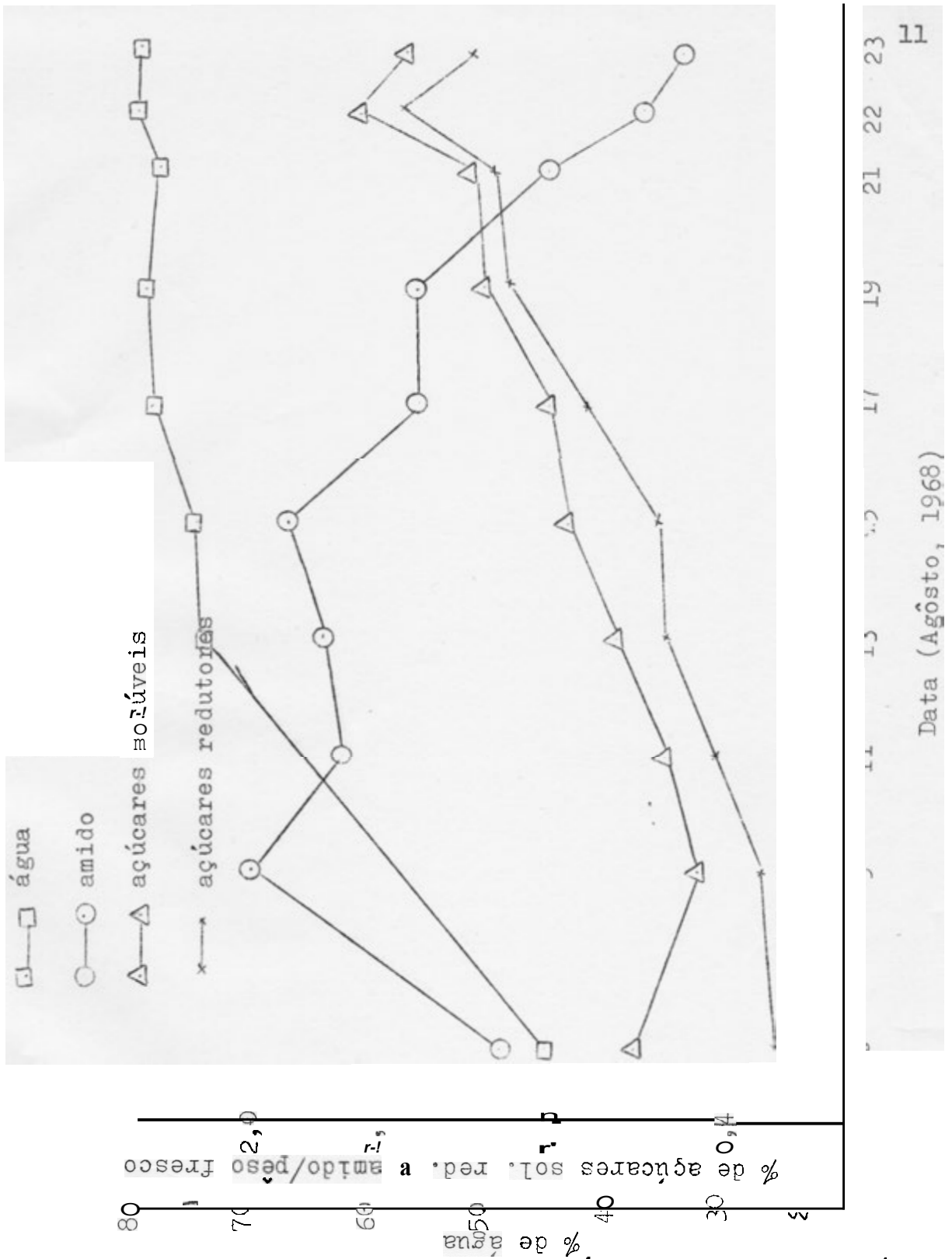
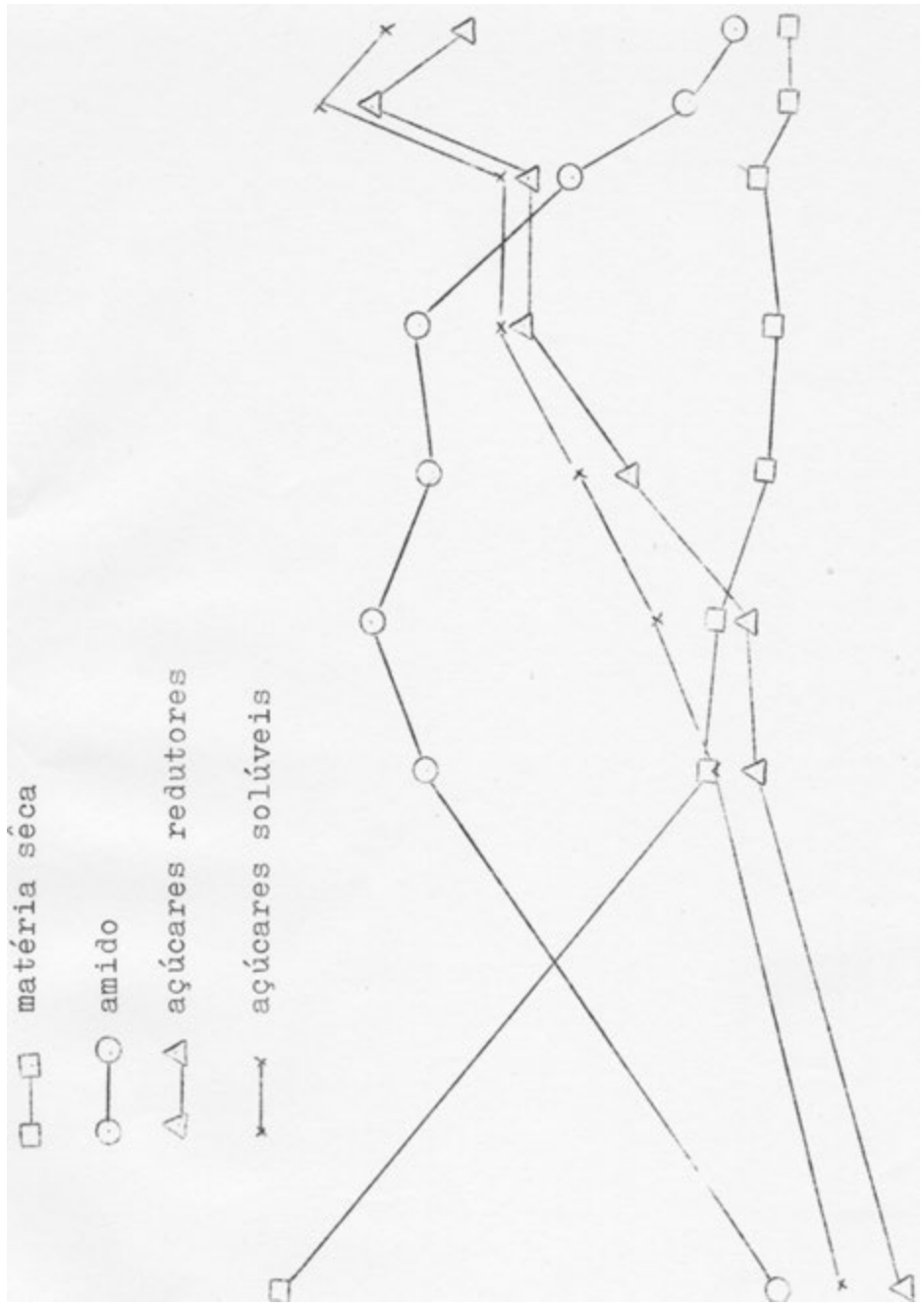


FIGURA 2 - Variação nos teores de açúcares redutores, açúcares solúveis, amido e água, em percentagem do peso fresco das corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café.



10 60 50 30 10
 % Ms/peso fresco
 % de ac. red. sol. e amido/peso seco

FIGURA 3 - Variação nos teores de açúcares redutores, açúcares solúveis, e amido, em percentagem do peso seco e matéria seca em percentagem do peso fresco, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café.

tituintes durante t^oda a fase de crescimento do botão floral, após a quebra da dormência at; a antese (Figura 1).

A partir do dia 19 de agosto, o que corresponde a aproximadamente 11 dias antes da abertura das flôres, iniciou-se um processo intenso de degradação de amido, com um correspondente aumento no teor de açúcares solúveis, embora os dados analíticos não autorizem uma afirmativa de que as variações sejam estequiometricamente equivalentes. Todavia os dados suportam a idéia de que, por ocasião da antese, ocorre uma mudança no curso do metabolismo, que passa de uma fase de acúmulo para uma fase de degradação de amido. Donato FREDERICO (1969, comunicação pessoal), em Experimentos preliminares, já havia notado a existência dessas duas fases, tendo sugerido que o processo de crescimento dos botões florais de café compreende uma fase ativa e uma fase osmótica, esta última associada com a antese.

A atividade de α -amilase aumentou continuamente com o crescimento da corola, quando tal atividade foi expressa em valor absoluto (Quadro 3 e Figura 4), mas se expressa em valor relativo, na base do peso fresco, decresceu justamente na ocasião da antese (Quadro 3). Como o teor de água variou acentuadamente durante o crescimento da corola, é de admitir-se que peso fresco não constitui boa base para expressão da atividade amilolítica.

Os estudos de atividade da α -amilase foram realizados com material das floradas irregulares que ocorreram após a primeira, não sendo possível a coleta cromológica de botões, com um desenvolvimento gradativo. Teve-se por isso que adotar o comprimento do botão como critério de desenvolvimento, o que é exato somente para os botões da primeira florada. Esse fato, junto com dificuldades técnicas relacionadas especialmente com a centrifugação do extrato, tornam prudente a aceitação dos presentes dados sobre atividade de α -ami

QUADRO 3 - Atividade amilolítica (AA) em diferença de absorvância (ΔA) por 100 corolas e atividade amilolítica relativa (AAR) em diferença de absorvância por g de peso fresco, na corola, durante a floração de café. Material colhido de 30/9/68 R 12/10/68.

| Amostra n. ^o mm | Comprimento da corola mm | Pêso fresco de 100 corolas g | $\Delta A/100$ AA corolas | $\Delta A/g$ AAR pêso fresco |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 11 | 1,6 | 6,6 | 4,12 |
| 2 | 13 | 2,2 | 7,4 | 3,36 |
| 3 | 14 | 2,6 | 11,4 | 3,92 |
| 4 | 15 | 3,2 | 16,0 | 4,50 |
| 5 | 17 | 3,8 | 18,2 | 4,31 |
| 6 | 22 | 4,2 | 20,6 | 4,43 |
| 7 | 25 | 7,0 | 23,6 | 3,03 |
| 8 | flor | 7,0 | 22,2 | 2,86 |

Atividade amilolítica, $\Delta A/100$ Corolas

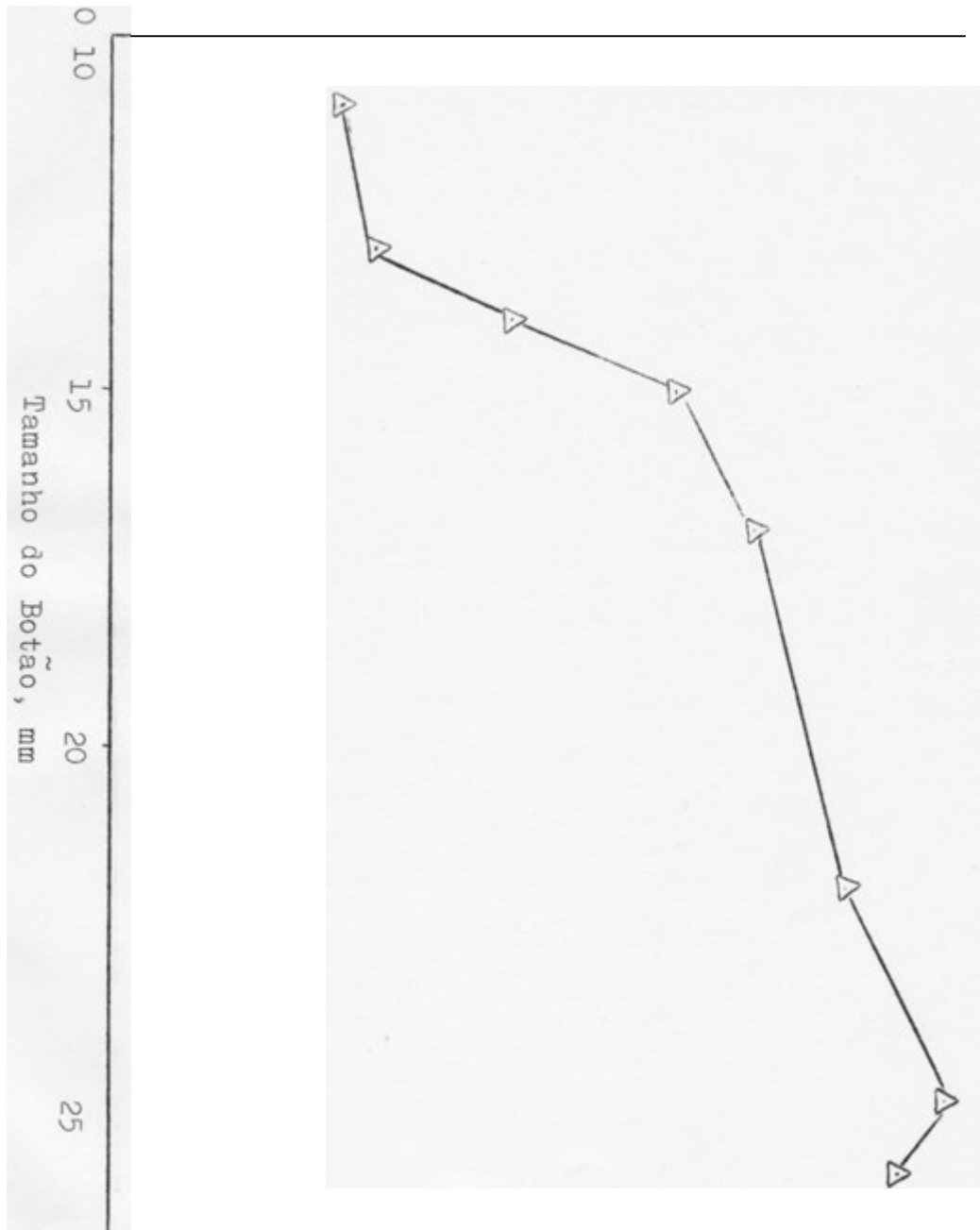


FIGURA 4 - Atividade amilolítica (ΔA) em diferença de absorvância por 100 corolas, durante a renovação de crescimento dos botões florais de café.

lase como informações preliminares apenas.

Os dados de atividade amilolítica por corola sugerem aumento de intensidades nos dias que precedem a antese, mas há necessidade de estudos mais críticos, antes de uma conclusão definitiva.

O estudo histológico de localização e distribuição de grãos de amido (Figura 5), confirmam os dados analíticos já mencionados, e estendem os resultados de FREDERICO. Como se pode apreciar na Figura 5B, o número de grãos de amido na corola reduziu-se, com a aproximação da antese. O desaparecimento foi mais intenso na epiderme externa e nas células do mesófilo junto a essa epiderme, a princípio. Mais tarde, por ocasião da abertura da flor, o desaparecimento dos grãos de amido foi geral (Figura 5C).

A degradação mais intensa de amido na epiderme externa e nas células do mesófilo adjacente (Figura 5B) coincidiu com o aparecimento de largos meatos celulares. Morfológicamente, nessa ocasião verificou-se o entumescimento dos botões, que precede a antese. O entumescimento da corola parece assim ser devido a uma expansão diferencial nas pétalas, com a região externa expandindo-se mais rapidamente que a região interna. Aparentemente, a expansão das células da epiderme externa é que provocou o afastamento das células do mesófilo adjacente, com consequente formação de largos espaços intercelulares, embora as próprias células do mesófilo também se tenham expandido então.

Posteriormente, o desaparecimento dos grãos de amido generalizou-se a tal ponto que poucos grãos são vistos na corola aberta (Figura 5C). As duas epidermes, que antes apresentavam diferença em espessura (Figura 6A,B) tornaram-se na abertura da flor, bastante semelhante (Figura 6C,D).

Na antese, as células do mesófilo apresentaram-se visivelmente vacuolizadas, mas as células da epiderme mostra-

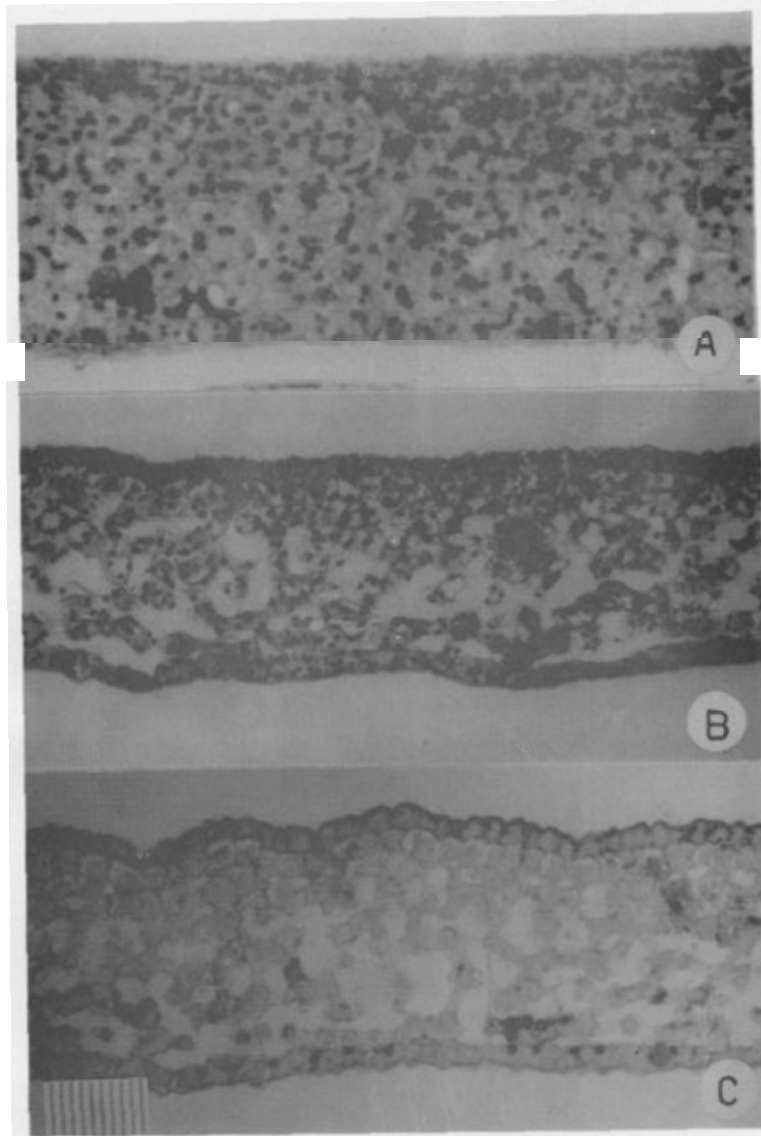


FIGURA 5 - Variação no tamanho e distribuição de grãos de amido nas pétalas da flor de café, durante a renovação do crescimento. Cortes longitudinais de 15 X de espessura. Epiderme externa na parte de baixo da fotomicrografia. Aumento de 150 X aproximadamente. Distância entre dois traços da escala igual a 0,01 mm. Material colhido em 11/8/68 (A), 17/8/68 (B) e 22/8/68 (C), aos 6, 12 e 17 dias, respectivamente, após a chuva que induziu a renovação do crescimento dos botões florais.

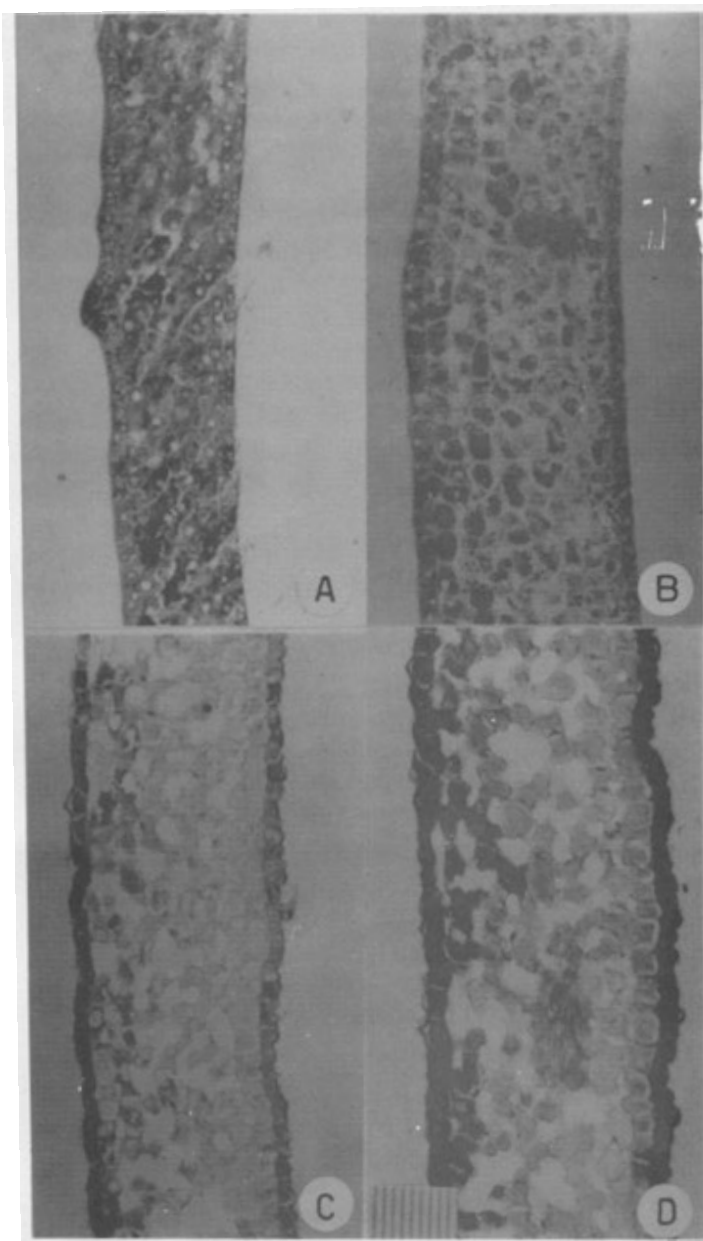


FIGURA 6 - Variação na estrutura das pétalas da flor de café, durante a renovação do crescimento. Cortes longitudinais, de 15 μ de espessura, Epiderme externa voltada para a esquerda da fotomicrografia. Aumento de 150 X aproximadamente. Distância entre dois traços da escala igual a 0,01 mm. Material colhido em 6/8/68 (A), 13/2/68 (B), 19/8/68 (C) e 22/8/68 (D), aos 1, 8, 14 e 17 dias, respectivamente, após a chuva que induziu a renovação do crescimento dos botões florais.

ram-se densamente coradas, indicando abundante citoplasma, e portanto, menor vacuolização.

As modificações anatômicas e fisiológicas acima notadas sugerem que a epiderme tem um papel ativo na expansão final da corola de café, embora não o comprovem em definitivo. CROMBIE (5), revendo a literatura sobre termonastia de flôres, menciona diversas diferenças fisiológicas e anatômicas entre as duas epidermes, mas põe dúvidas quanto ao papel que elas desempenham naquele movimento, atribuindo-lhes antes uma função reguladora e admitindo que o tecido ativo seja o mesófilo subjacente. A termonastia de flôres (pétalas ou tépalas) é um movimento de abertura e fechamento, provocado por crescimento, e não deve ser essencialmente um processo diferente do crescimento final de flôres cuja abertura ocorre só uma vez, como é o caso em café.

Anteriormente HORIE (10) havia notado que, em Tradescantia reflexa, a epiderme das pétalas, no botão, contém grande quantidade de amido, mas na flor aberta, o amido desaparece quase completamente. Ele não observou nenhum amido no mesófilo das pétalas, quer no botão, quer na flor aberta. Café difere pois de T. reflexa, no fato de que as pétalas contém abundante quantidade de amido, tanto na epiderme, quanto no mesófilo, conforme mostrou FREDERICO, e conforme se demonstra neste trabalho.

HORIE (10) sugere que a rápida extensão das pétalas de T. reflexa pode estar associada com a hidrólise do amido armazenado nas epidermes. Van OVERBEEK (25), comentando os resultados de HORIE, lança a idéia de que giberelinas mantêm o potencial osmótico das células durante o alongamento, baseando-se nos fatos conhecidos do papel de giberelinas na degradação hidrolítica do amido (4).

Para café, essa hipótese só poderia aplicar-se para a fase final de abertura da flor, já que a hidrólise de amido

parece **verificar-se** apenas nessa ocasião. Convém salientar que as observações de ALVIM (1), confirmadas por PAGACZ (19), de que giberelina induz a abertura de botões florais dormentes de café, de algum modo envolvem esse grupo de hormônios vegetais no mecanismo de quebra de dormência e **crescimento** das flôres de café. Um paralelismo entre a ação de giberelinas na α -amilase e no alongamento foi no entanto demonstrado apenas recentemente por KATSUMI & FRIKUHARA (13), nas bainhas de fôlhas de mutantes d_5 de milho, e mais estudos são necessários para estabelecer-se a possível **relação** entre giberelina e alongamento celular de um lado e giberelina e α -amilase do outro.

Em Portulaca grandiflora, HORI & FUJII (9) verificaram um aumento no teor de auxina à medida que a flor crescia até a abertura, a mesma tendência sendo observada para o teor de glicose e frutose, e para a respiração. GOLDSCHMIDT (7) por sua vez, encontrou que a **aplicação** de auxina induz a curvatura das pétalas e que a auxina endógena aumenta durante a abertura da flor de Citrus, indicando ser a curvatura das **pétalas** um processo mediado por auxina.

Assim, um estudo das variações dos teores de substâncias de crescimento, especialmente giberelinas e inibidores, constitui sem dúvida o passo seguinte para a elucidação do mecanismo de crescimento dos botões florais de café.

As presentes observações sugerem uma **função** ativa para a epiderme no movimento da corola de café, nos dias que antecedem a antese. Embora exista um paralelismo estreito entre desaparecimento de amido e expansão **rápida** das pétalas, o papel da força osmótica, criada pela conversão de amido em **açúcares**, é menos claro, se se admite que o crescimento final da corola é devido à **expansão** das células da epiderme, onde a vacualização parece menos intensa. O papel da força osmótica pode ser mais de estabilizar o crescimento provocado por outras forças.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Modificações químicas e histológicas em corolas de café, colhidas na estação de floração de 1968, em Viçosa, Minas Gerais, foram acompanhadas desde a quebra da dormência por chuva até a abertura da flor.

Os teores de açúcares redutores e solúveis, e amido aumentaram rapidamente na corola, entre a quebra da dormência dos botões, até cerca de 4 dias antes da antese. A partir de então, verificou-se uma queda no teor de amido e uma ascensão no teor de açúcares. Todavia não houve estrita equivalência entre a variação desses dois grupos de constituintes orgânicos. Os açúcares redutores constituem a maior parte dos açúcares solúveis presentes na corola, em toda a fase da floração, após a quebra da dormência.

A atividade de α -amilase por corola foi maior nos dias que precederam a antese. Quando expressa por unidade de peso fresco, a atividade decresceu, mas isso pode ser devido à diluição resultante do grande aumento no teor de água.

Estudos histoquímicos mostraram o desaparecimento acentuado dos grãos de amido no final do crescimento. De início, o desaparecimento foi mais intenso na epiderme externa e mesófilo subjacente, coincidindo com a formação de largos

meatos entre as células dessa porção do mesófilo e com o entumescimento do botão. As epidermes continuam com citoplasma denso, até a antese, embora sua espessura, que era maior na epiderme externa, tenda a igualar-se na abertura da flor.

Essas observações sugerem que as epidermes têm função ativa na fase de entumescimento e na fase posterior de antese. O papel da força osmótica criada pela conversão de amido em açúcar nessas fases pode ser apenas o de estabilizador do crescimento provocado por outras forças.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Estimulo de la floración y fructificación del cafeto por aspersiones con ácido giberélico. 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. CHRISPPEELS, M.J. & VARNER, J.E. Gibberellic acid-enhanced synthesis and release of α -amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layers. Plant Physiol., 42: 398-406. 1967.
5. CROMBIE (née WOOD), W. Mary L. Thermonasty. In: Encyclopedia of Plant Physiology, Ruhland, W. (ed.). Berlin, Springer-Verlag, 1962. Vol. 17, p. 15-28.
6. FRANCO, C.M. Fotoperiodismo em cafeeiro, C. arabica L. Rev. Inst. Café, 27 (164):1586-1592. 1940.
7. GOLDSCHMIDT, E.E. The auxin induced curvature of Citrus petals. Plant Physiol., 43:1973-1977. 1968.
8. HASSID, W.Z. & NEUFELD, Elizabeth F. Quantitative determination of starch in plant tissues. In: Methods of Car-

- bohydrate Chemistry, Whistler, R.L. (ed.) New York, Academic Press, 1964. Vol. 4, p. 33-36.
9. HORI, T. & FUJII, M. On the growth substance economy before and after flowering in each organ of Portulaca grandiflora Hook. Bot. Mag. Tokyo, 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. HORWITZ, W. (ed.). Official Methods of Analysis. 10th ed. Washington, DC, Association of Official Agricultural Chemists, 1955.
 12. JOHANSEN, D.A. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Company, 1940. 523 p.
 13. KATSUMI, M. & FUKUHARA, M. The activity of α -amylase in the shoot and its relation to gibberellin - induced elongation. Physiol. Plantarum, 22:68-75. 1969.
 14. LANGERON, M. Précis de Microscopie. 7ème ed. Paris, Masson, 1949. 1430 p.
 15. 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.
 16. _____ . III. Breaking the dormancy of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Serie A), 4 (4):342-356. 1956-1957.
 17. _____ . III . Various phenomena associated with the dormancy of coffee flower buds. Portugaliae Acta Biologica (Serie A), 5 (1):25-44. 1957.
 18. NELSON, N. A photometric adaption of the colorimetric method for the determination of glucose. J. Biol. Chem., 153:375-380. 1944.
 19. PAGACZ, E. Quelques considérations sur la floraison du caféier. Bull. Agricole Congo Belge Ruanda-Urundi, 50: 1531-1540. 1959.

20. PIRINGER, A.A. & BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of coffee. Turrialba, 5:72-77. 1955.
21. PORTÈRES, R. Action de l'eau, après période sèche, sur le déclenchement de la floraison chez Coffea arabica L. Agron. Trop. (3-4):148-158. 1946.
22. ROE, J.H. The determination of sugar in blood and spinal fluid with anthrone. J. Biol. Chem., 212:335-343. 1955.
23. SHUSTER, L. & GIFFORD, R.H. Changes in 3' - nucleotidase during the germination of wheat embryos. Arch. Biochem. Biophys., 96:534-540. 1962.
24. SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem., 19-23. 1952.
25. Van OVERBEEK, J. Plant hormones and regulators. Science, 152:721-731. 1966.
26. WENT, F.W. The Experimental Control of Plant Growth. Waltham, mass., Chronica Botanica, 1957. p. 164-168.