

FLORAÇÃO DO CAFÉ — UMA REVISÃO*

Raimundo Santos Barros
Moacyr Maestri**

1. INTRODUÇÃO

O processo de floração do café é mais complexo que o da grande maioria das espécies, pois, se, nestas, os botões florais se desenvolvem continuamente até que se abram em flores, naquela, os botões, após atingirem um tamanho definido, entram em repouso.

Do ponto de vista econômico, o conhecimento da floração do café é de grande importância. O controle da época de floração pode contribuir para uma redução dos gastos de produção, para um combate mais eficiente às pragas e doenças (6), bem como para a produção de frutos com características desejáveis (12, 46). Esse controle pode ser efetuado tanto pela alteração do período de iniciação floral (13, 46, 47, 48) quanto pelo impedimento da eclosão dos botões (3, 37).

Esta revisão chama a atenção para os inúmeros pontos obscuros referentes à floração do café.

2. AS GEMAS FLORAIS

No gênero *Coffea*, as gemas vegetativas de um nó, nos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, são de origem axilar e aparecem sucessivamente, e não simultaneamente (35). A gema superior é arrastada diferencialmente, afastando-se das gemas da série no momento da formação do entrenó; daí a interpretação errônea de que essa gema, «cabeça da série», tenha origem extra-axilar. A potencialidade da «cabeça da série» para produzir apenas ramos plagiotrópicos e das gemas da série para dar origem a ortotrópicos parece estar irreversivelmente determinada já no momento de sua formação (35). Somente quando a gema terminal é danificada ou se encurva, as gemas da série do eixo ortotrópico se desenvolvem; normalmente, permanecem dormentes e são envolvidas pela casca. Em cafeeiros velhos, essas gemas podem produzir flores no tronco, constituindo verdadeira caulifloria (27).

Nos ramos plagiotrópicos, as «cabeças da série» não se encontram em todas as axilas foliares de Robusta (35), e em Arábica são bastante raras, pelo menos no Quénia (48). As gemas da série podem permanecer indiferenciadas, produzir ramos vegetativos ou originar cimeiras florais. Enquanto em Arábica essas gemas se dispõem linearmente e a floração se dá sobre o crescimento da estação anterior, em Robusta fazem-no descontinuamente, e a floração é observada no crescimento da estação corrente (35). Em *C. dewevrei*, observa-se florada tanto nos ramos velhos

* Recebido para publicação em 22-12-1977.

** Respectivamente, Professor Assistente e Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

quanto nos novos (19).

A estrutura de um eixo floral do café assemelha-se a um ramo vegetativo. Nos nós das brácteas opostas e decussadas de uma gema floral repousam gemas seriadas que podem emitir eixos semelhantes ao original, e assim sucessivamente (36, 39). Como resultado, num eixo floral há vários pontos de crescimento; contudo, observam-se apenas de um a seis botões por gema. Não é preciso que as gemas seriadas de um nó estejam no mesmo estádio de desenvolvimento para que se diferenciem: a primeira gema da série pode estar diferenciada só depois de haver produzido cinco nós, a segunda e a terceira gemas podem estar diferenciadas num estádio mais precoce, enquanto uma quarta gema já pode estar diferenciada quando o eixo não tenha produzido mais que um par de primórdio foliar (47).

Numa gema indiferenciada de Robusta, pode-se observar a forma cônica do domo central do primórdio; quando este se achatá e excede 300 μm , a gema está diferenciada (35). Externamente, um nó não-diferenciado de Robusta apresenta as estípulas totalmente comprimidas no ramo. Para se conhecer a condição de uma gema em Robusta, parece promissor o teste da atividade da catalase nas folhas que subtendem as gemas; a atividade da enzima é bastante baixa quando as gemas estão indiferenciadas, aumentando consideravelmente antes e depois do aparecimento dos botões recobertos pelas estípulas (5).

Em Arábica, para delimitação da condição de uma gema da série, exames microscópicos são de absoluta necessidade (47). Durante o desenvolvimento, a gema floral pode entrar em estado de repouso até três vezes antes da antese. Logo após a sua formação, as gemas não crescem nem se diferenciam; no segundo período de repouso, as gemas estão floralmente determinadas, bastante desenvolvidas, envoltas por brácteas um tanto inchadas e apresentam-se recobertas por uma substância mucilaginosa (6, 47). No terceiro período de repouso, os botões já são completamente perceptíveis e têm coloração esverdeada; somente nesse ponto se pode assegurar, a olho nu, que as gemas estão floralmente determinadas (48), ou seja, não mais revertem à condição de gema vegetativa (40).

A exceção de árvores densamente enfolhadas, a iniciação floral progride da parte proximal para a parte distal dos ramos, em condições naturais; em Arábica, apenas os nós mais jovens não produzem primórdios florais (47, 48). Parece que a iniciação floral começa algum tempo antes de a gema terminal do ramo entrar em quiescência, ocasião em que o último par de folhas se mantém recoberto pelas estípulas.

3. INDUÇÃO FLORAL

O fato de que alta relação carbono/nitrogênio (C/N) estimula o aparecimento de botões florais em diversas plantas levou vários autores a associá-la à indução floral do café. MOENS (35) anelou ramos de Robusta, verificando que na parte acima do anel originaram-se gemas floríferas e na parte inferior ramos vegetativos. CASTILLO Z. e LÓPEZ A. (15) mostram que o número de nós com flores, o número de giomérulos por nó e o número de botões florais por glomérulo aumentaram com o incremento da intensidade luminosa. Em condições de alta luminosidade, folhas de plantas novas de café apresentam teores de amido e de açúcares mais elevados que folhas de plantas sombreadas; o inverso ocorre quanto a substâncias nitrogenadas (42). Em resumo, plantas ao sol exibem relação C/N mais alta que plantas à sombra. Como em todos os casos há uma simultaneidade de iniciação floral entre as plantas tratadas e as não-tratadas, torna-se difícil atribuir à relação C/N um papel indutivo. Provavelmente, nas plantas induzidas, uma relação C/N elevada estimula a formação de maior número de gemas floríferas. Isso se deve, talvez, a uma intensa mobilização de reservas das folhas e do lenho pelas gemas florais em iniciação (29).

O fator mais comumente relacionado com a indução floral do cafeiro é o fotoperíodo. Os trabalhos clássicos de FRANCO (20), PIRINGER e BORTHWICK (38) e WENT (45), com plantas jovens, mostram que o cafeiro é uma planta de dia curto, cujo fotoperíodo crítico está em torno de 13-14 horas. Em condições de campo, em Ruiru (01°08'S), no Quênia, onde o comprimento do dia é praticamente constante, em torno de 12 horas, CANNELL (14), trabalhando com plantas adultas, estendeu o fotoperíodo por mais quatro horas, ou interrompeu o período escuro por três horas ou por 15 minutos. Num dos ensaios, as plantas não-tratadas (fotoperíodo curto) só começaram a apresentar maior número de primórdios florais que as plantas sob dias longos seis meses após o início dos tratamentos; noutras palavras, parece que as plantas tratadas retiveram o estímulo indutivo.

vo de dia curto durante um período mínimo de seis meses. As respostas, contudo, não foram tão acentuadas quanto as relatadas anteriormente (20, 38, 45). CANNELL sugere que plantas adultas de café são fotoperiodicamente insensíveis, diferentemente do que ocorre com plantas jovens, que florescem sob dias curtos; provavelmente, ocorre uma mudança ontogenética no tocante ao requerimento fotoperiódico. Como em várias regiões o café inicia botões florais na época seca e fria, CANNELL acredita que esses dois fatores preparam a planta para responder à ação do fotoperíodo. Os ensaios desse autor, no entanto, devem ser repetidos, a fim de que sejam eliminadas as inúmeras variáveis em condições de campo.

Alguns estudos, realizados em altas latitudes do hemisfério norte, mostraram que a iniciação floral começa em fins de novembro, quando os dias são menores (28, 34, 45). Esses trabalhos, contudo, foram efetuados com plantas jovens, que iniciavam gemas florais pela primeira vez. Plantas novas de café mostram iniciação floral ainda que o fotoperíodo natural seja estendido artificialmente em três a quatro horas, como se verificou em Campinas, São Paulo (C.M. FRANCO, informação pessoal). Em seus experimentos, WENT (45) também registrou o aparecimento de algumas gemas florais em plantas jovens mantidas sob luz contínua.

Todos esses resultados mostram que o conceito de exigência de dia curto para a floração do café deve ser pesquisado numa forma mais crítica.

A influência da temperatura na iniciação floral do café foi estudada por MES (34) e WENT (45). Este último observou que, sob fotoperíodos curtos, os botões se iniciavam sob qualquer dos regimes de 30, 26 e 23°C de temperatura diurna e de 26, 23 e 20°C de temperatura noturna. Altas temperaturas, de 30°C dia/23°C noite, favoreceram o aparecimento de gemas florais; no entanto, na última combinação e no regime 30/17°C, MES observou inibição na formação das gemas florais. Por outro lado, esses pesquisadores encontraram que baixas temperaturas, de 17/12°C (45) e 20/17°C (34), também inibem a iniciação floral. Em plantas de 13 meses de idade, MES observou que combinações 26/23, 23/23°C estimularam consideravelmente a iniciação floral. Em plantas de dois anos e meio, a combinação que mais favoreceu a iniciação foi 23/17°C. Pode-se concluir que temperaturas altas e baixas inibem a formação dos botões florais, enquanto temperaturas relativamente baixas a estimulam.

Aparentemente, a formação de flores «estrelas» se deve à manutenção das plantas sob altas temperaturas durante os primeiros estádios de desenvolvimento dos botões. A transferência de plantas cujos botões foram formados sob o regime 23/17°C para a combinação 30/24°C não resultou na anomalia floral.

A leste do Grande Vale do Rift, no Quênia, a iniciação floral foi estudada em condições naturais (47, 48). Nessa região, os principais períodos de florada ocorrem no início da Grande Estação das Chuvas (primeira florada), em fevereiro-março, e no começo da Estação das Chuvas Curtas (última florada), em outubro-novembro. Fato interessante é a formação de um a dois pares de folhas extremamente pequenas em relação às demais, que nas árvores em ritmo de primeira florada aparece em janeiro-fevereiro e, se em ritmo de última florada, em junho-julho (46). WORMER e GITUANJA (47, 48) observaram que, em plantas de floração de Chuvas Curtas, a iniciação floral rápida ocorre de junho a outubro, e em plantas de floração da Grande Estação das Chuvas de agosto a janeiro. A iniciação tanto ocorre em períodos secos quanto em úmidos, pelo que as relações hídricas não seriam fator desencadeador do processo. Altas temperaturas de março não inibiram a iniciação em lote irrigado, o mesmo ocorrendo durante as baixas temperaturas de julho, em lote não-irrigado. Parece, no entanto, que as temperaturas dos meses frios estimulam uma maior diferenciação; em Mariene, onde as temperaturas são mais baixas que em Ruiru, a diferenciação ocorre durante período mais longo. Dessa forma, temperaturas relativamente baixas parecem desempenhar papel importante na iniciação floral, como fora observado anteriormente por MES (34).

Pouca atenção tem sido dada ao efeito de défices de água sobre a iniciação floral. Infelizmente, em grande parte das regiões tropicais cafeeiras, como em Viçosa (20°45'S) (4), na Rodésia (16) e na Índia (12°N) (25), a iniciação ocorre quando os dias vão-se encurtando, as temperaturas estão baixando e a estação seca avançando, o que dificulta o reconhecimento do fator desencadeador da iniciação. Chuvas prolongadas fizeram com que as gemas florais se tornassem perceptíveis apenas a partir de outubro-novembro, em 1971, ou mesmo em dezembro, na estação de 1973, em Chikmagalur, Índia, quando o período normal de diferenciação seria em setembro (25). Na Colômbia, TROJER (43) associa a iniciação floral a uma baixa relação precipitação/brilho solar; em Chinchiná (05°N), o autor considera que a principal época para a formação das gemas ocorre de janeiro a março, período

do relativamente seco. A importância do período seco na maturação dos ramos formados na estação das águas e na formação e maturação das gemas florais do café foi sugerida por HAARER (27). Em resumo, parece que défices relativos de água no solo estimulam a iniciação floral do café.

Geralmente, durante a iniciação floral, o crescimento vegetativo é mínimo, o que sugere uma competição entre os dois fenômenos. No Quênia, por exemplo, a iniciação começa durante os períodos de quiescência vegetativa (47, 48), porém prossegue durante os períodos de crescimento ativo, o que indica não haver competição séria entre os dois processos. Semelhantemente, em Chinchiná, a diferenciação floral ocorre na época de plena atividade vegetativa (43). Provavelmente, em regiões onde a iniciação floral ocorre durante o crescimento reduzido, os dois processos são afetados por um mesmo fator ambiente ou por fatores diferentes ocorrendo simultaneamente. Fotoperíodo curto, por exemplo, provoca a indução floral e reduz o crescimento vegetativo (38). A presença de frutos, no entanto, inibe a iniciação floral em café; a remoção de frutos dos ramos adiantou em dois meses a iniciação floral, no Quênia (47, 48).

4. DORMÊNCIA DOS BOTÕES FLORAIS

Em condições controladas, MES (34) observou que, em cafeeiros irrigados, os botões florais crescam continuamente até atingirem o comprimento de 4,0 – 4,5 mm, quando, então, o crescimento cessava. Em condições naturais, o mesmo fenômeno é observado, principalmente na estação seca, o que tem levado a maioria dos pesquisadores a relacionar os dois fenômenos. A partir daquele tamanho característico, o peso seco estaciona (21), ou diminui ligeiramente (23), indicando pequena ou nula mobilização de nutrientes para as gemas. Os botões permanecem nessa condição até que alterações ambientes promovam o reinício do crescimento.

Quando os botões florais entram em repouso, as células-mães do micrósporo estão totalmente desenvolvidas, e não se observam, nesse estádio, divisões meióticas para formar tétrades microespóricas (18, 19, 34). Como na maioria das zonas cafeeiras ocorre um período seco, é provável que as tétrades microespóricas ou estádios mais avançados sejam bastante suscetíveis a défices de água; daí ser uma adaptação ecológica vantajosa o repouso naquela fase de desenvolvimento (6). No pedicelo dos botões florais, os elementos condutores resumem-se quase que ao floema, e o xilema se apresenta reduzido, com paredes bastante espessas. Isso talvez evite uma possível redistribuição de água para outras partes da planta em condições de défice de água, como sugere o trabalho de MAGALHÃES e ANGELLOCCI (32). Esses pesquisadores observaram que, durante o período seco, o potencial hídrico das gemas era sempre maior que o das folhas correspondentes. Atribui-se também à mucilagem que recobre as gemas um papel na redução da perda de água (34).

Freqüentemente, tem-se sugerido que gemas desenvolvidas sob condições de suprimento abundante de água crescem continuamente, até que se abram em flor (23, 25, 39). Na maioria dos casos citados na literatura, no entanto, mesmo em condições de abundância de água os botões não crescem continuamente (34, 37, 38).

Uma vez que altas temperaturas estimulam a formação de flores «estrelas», indicando que a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento normal dos botões vai-se reduzindo continuamente, altas temperaturas poderiam levar os botões a um estado de semidormência (6). Após a quebra da dormência, a faixa ótima de temperatura para o crescimento ampliar-se-ia. A hipótese não explica, contudo, a razão por que botões mantidos sob altas temperaturas exibem estádios mais avançados de desenvolvimento do que botões de mesma idade de plantas sob regime de temperaturas baixas (34). Não explica, também, a dormência dos botões na estação fria, no Quênia, no sul do Brasil e na Índia. Informação valiosa poderia ser obtida pela análise das condições ecológicas da zona originária do café. Em Jimma, nos planaltos abissínicos, a variação média anual da temperatura está em torno de 3-4°C e, mesmo que ocorram altas temperaturas, as populações naturais do café não seriam muito afetadas, por serem componentes do terceiro ou quarto estrato da floresta. Por outro lado, observa-se um período seco de meados de novembro a meados de fevereiro (1). É provável que a seleção natural tenha poupado os indivíduos com capacidade de preservar suas estruturas sexuais no estado de dormência durante os períodos secos. Acrescente-se a isso que em

quase todas as regiões cafeeiras do mundo há um período seco e que flores «estrelas» podem resultar da ação de défices prolongados de água (39). O sinal externo indutor da dormência dos botões florais seria uma condição de défice de água.

Durante o período seco, grandes quantidades de inibidor do tipo ácido abscísico (AAb) se acumulam nas geras florais do café, sendo responsáveis por 75% do processo da dormência (11). A dormência talvez esteja relacionada com um balanço interno desfavorável entre promotores e inibidores (8, 9, 24). O repouso dos botões florais do café parece, portanto, ser uma dormência verdadeira (9).

5. QUEBRA DA DORMÊNCIA DOS BOTÕES FLORAIS

Após o período seco, as primeiras chuvas estimulam o reinício do crescimento dos botões florais, cuja duração, até a antese, varia diretamente com a temperatura (34). Tanto os surtos máximos de crescimento vegetativo quanto a abertura dos botões florais processam-se concomitantemente, após as primeiras chuvas; provavelmente não há competição entre os dois processos.

Várias modificações internas e externas ocorrem no botão floral. Os pesos fresco e seco aumentam em muitas vezes o valor inicial, o que implica grande mobilização de água e nutrientes para os botões florais. Daí porque, quando MAGALHÃES e ANGELOCCI (32) retiravam as folhas dos nós floríferos, as geras correspondentes não se abririam. GOPAL *et alii* (26) também verificaram que o alongamento uniforme e a abertura dos botões dependiam do número médio de folhas por nó, do número total de folhas no ramo e do teor de amido na madeira.

As células-mães do micrósporo entram em divisão meiótica após o reinício do crescimento dos botões florais (34). Considerando-se que o botão maduro mede 4,0 mm, com 5,0 mm o botão já apresenta as células-mães do micrósporo em divisão; com 6,0 mm as tétrades microespóricas já formadas encontram-se inclusas nas células-mães do micrósporo, e com 7,0 mm são observados micrósporos independentes e em separação.

As corolas também se expandem acentuadamente, e parece que essa expansão está associada ao metabolismo dos carboidratos. MAESTRI *et alii* (31) observaram que, nos botões dormentes, as células das corolas são pequenas, densamente protoplâsmicas e repletas de aglomerados e grãos de amido. Em consequência da expansão celular após a quebra da dormência, os grãos e aglomerados de amido se dispersam, embora aumentem de tamanho; nas proximidades da antese, diminuem consideravelmente. Essas transformações histoquímicas parecem caracterizar uma fase de acúmulo e outra de degradação de amido na corola (31). O teor de amido aumenta consideravelmente até o sétimo dia após as chuvas de florada (fase de acúmulo); estabiliza-se até seis dias mais tarde (acúmulo e degradação simultâneos), após o que começa a declinar até a antese (fase de degradação). Os açúcares solúveis, por seu turno, sobem mais depressa a partir da estabilização do teor de amido, e muito mais rapidamente durante a fase de degradação (17). A medida que as células se expandem, há uma redução da densidade protoplâsmica. O aumento de tamanho das corolas está fortemente associado com o aparecimento de meatos do mesófilo, principalmente junto à epiderme externa; uma expansão diferencial das duas epidermes, em que a externa se expande mais que a interna, provoca a formação de largos espaços intercelulares. Portanto, tanto as células do mesófilo quanto as epidérmicas desempenham papel ativo na abertura floral.

Tratamentos que simulam condições de chuva após um período seco quebram a dormência dos botões florais do café. Irrigação no solo (3, 16, 28, 32, 37, 38, 39), irrigação por aspersão (6, 18, 19, 33, 34), imersão em água da extremidade de ramos seccionados (34, 41) ou de ramos na planta (2, 34) estimulam a abertura floral. Todos esses tratamentos provocam alteração súbita no estado hídrico na planta. Parece que os tratamentos enumerados, quando aplicados logo após a maturação dos botões florais, não resultam na quebra da dormência. Cafeeiros em solo mantido constantemente úmido conservam os botões florais indefinidamente dormentes (3, 28, 32, 37, 38, 44). Trabalhando na região costeira do Peru, onde praticamente não chove, ALVIM (3) mantinha o solo de um lote de cafeeiros na capacidade de campo, enquanto outro lote só era irrigado quando a camada superior de solo de 30 cm de espessura atingia o ponto de murcha permanente. Enquanto no lote irrigado os botões florais permaneciam dormentes, no lote «seco» a antese se verificava dez dias após a irrigação. A interpretação dada pelo autor é de que o período seco seria um pré-requisito para a quebra da dormência. Ainda no período se-

co, os botões se manteriam em repouso imposto pela falta de água: reiniciariam o crescimento somente após o advento de chuvas ou irrigação. Ao fenômeno da necessidade de um período seco para a quebra da dormência e posterior crescimento no período úmido o autor denominou «hidroperiodismo».

O desenvolvimento de uma tensão interna de água nas gemas parece ser necessário no conjunto de fenômenos que levam à antese. MAGALHÃES e ANGELOCCI (32) demonstraram que a abertura dos botões florais só se processava após a irrigação, quando as folhas do mesmo nó atingiam, durante o período seco, potencial hídrico igual a ou menor que -12 atm. Em cafeeiros irrigados, o potencial das folhas correspondentes aos botões florais era sempre superior a -12 atm; as gemas não sofreriam tensão interna acentuada e, portanto, não se abririam. Abaixo daquele potencial límítar, o potencial das gemas era sempre maior que o das folhas; após a irrigação, o potencial das gemas tornava-se menor que o das folhas. Os autores consideram que, durante o período seco, há um fluxo contínuo de água das gemas para as folhas, o que originaria uma tensão interna naquelas; depois da irrigação, o fluxo de água tomaria o sentido inverso, o que elevaria bruscamente o potencial hídrico das gemas. A hipótese estaria apoiada no fato de que os botões não se abrem quando as folhas são removidas antes da irrigação. Uma vez que MES (34) observou quebra da dormência em estacas desfolhadas, é provável que nos nós desfolhados de MAGALHÃES e ANGELOCCI, as flores não se tenham aberto por deficiência de nutrientes orgânicos (26). E provável, no entanto, que o desenvolvimento de tensão hídrica na própria gema seja necessário para a abertura floral.

Os resultados de ALVIM (3) têm sido confirmados por diversos pesquisadores. Acredita-se, inclusive, que, mesmo em solução nutritiva, a planta sofreria desidratação, em razão da demanda transpiratória e, portanto, o requisito de défice de água estaria atendido (5, 10). Por outro lado, MES (34) propôs que botões dormentes de cafeeiros irrigados estão com défice d'água localizado e que o reinício do crescimento dar-se-ia apenas por contato direto com a água da chuva ou de irrigação por aspersão. Nesse caso, o sistema radicular do cafeiro apresentaria resistência elevada ao fluxo de água, o que provocaria um défice interno na planta, hipótese também aceita por BROWNING e FISHER (10). Estes autores sugerem que, após um défice de água, há um aumento da condutividade hidráulica das raízes e, daí, uma absorção rápida depois das primeiras chuvas ou irrigação. As raízes de plantas com bom suprimento de água sempre apresentariam resistência elevada, e daí, portanto, as plantas sofreriam défice interno de água. Diante dos resultados de MAGALHÃES e ANGELOCCI (32), é bastante difícil que cafeeiros irrigados e não-irrigados exibam o mesmo estado hídrico interno. Essas hipóteses talvez expliquem a necessidade de défice interno de água para a abertura da gema floral em plantas com bom suprimento de água. Todavia, continua sem explicação o fato de que, sendo baixa a condutividade hidráulica das raízes dos cafeeiros irrigados ou em solução nutritiva, com o advento das chuvas os botões se abrem nesses ao mesmo tempo que em cafeeiros não-irrigados.

O papel de baixas temperaturas na quebra da dormência floral do café foi estudado por WENT (45), que transferiu cafeeiros do regime de temperatura 30°C dia/24°C noite para o de 23/17°C, observando abertura dos botões depois de 13 dias. MES (34) também procedeu da mesma forma, obtendo algum resultado positivo. É provável que a mudança rápida do regime de temperatura tenha quebrado a dormência.

Em condições tropicais, as chuvas são sempre precedidas ou acompanhadas de queda brusca de temperatura, o que dificulta a determinação do verdadeiro fator que promove a quebra da dormência dos botões florais. A fim de separar os efeitos da água após um período seco e da queda brusca de temperatura que acompanha as chuvas, BROWNING (7) cobriu o solo de cafeeiros com capas de polietileno durante períodos variáveis de até 14 semanas, após o que o solo era mantido na capacidade de campo. Todas as plantas floresciam simultaneamente depois de leves chuvas, desde que houvesse uma queda de temperatura de 3°C ou mais em 45 minutos ou menos. Logo, a extensão do período seco não afetou a dormência dos botões. Em diversos tratamentos, BROWNING revestiu ramos com proteção de polietileno, e a floração se dava ao mesmo tempo que nas outras plantas, quando a temperatura caía bruscamente, ou seja, independentemente do contato com água da chuva ou do estado hídrico do solo. Aparentemente, portanto, quedas rápidas de temperatura são eficazes na quebra da dormência das gemas florais do café. No caso, o fenômeno parece estar relacionado com a taxa com que a temperatura cai e não com as baixas temperaturas *per se*.

Para atender ao requisito de défice de água na quebra da dormência floral, VEEN (44) adicionou pedaços de gelo à solução nutritiva. É possível que a dormência tenha sido quebrada por água com temperatura baixa que tenha alcançado a gema.

Imersão de ramos presos à planta em água a diversas temperaturas causa abertura dos botões florais; a eficiência do tratamento varia diretamente com a temperatura da água (2). Entretanto, BROWNING (6) recorda que água a temperaturas relativamente elevadas também quebra a dormência de gemas de plantas de clima temperado, sendo que o fator desencadeador natural são as baixas temperaturas. A imersão de ramos em água seria assim uma condição artificial.

Aparentemente, chuva ou irrigação por aspersão são mais eficazes na quebra da dormência dos botões florais que irrigação no solo (6, 33, 34). A chuva seria mais eficiente por vir acompanhada ou precedida de queda brusca de temperatura. A aspersão também resfriaria as gemas dormentes. Além disso, ambas umedecem o solo, sendo este o único efeito da irrigação no solo. Por isso, BROWNING (6, 8, 9) supõe que dois princípios são necessários para a quebra de dormência: um seria originado na própria gema, em resposta a quedas rápidas de temperatura, e outro seria transportado pelo xilema, após liberação da tensão interna de água, provocada pelo umedecimento do solo. Essa hipótese pode explicar os resultados de REES (41), que, trabalhando com uma planta abundantemente irrigada de *Coffea rupestris* e com outra não-irrigada, observou que a primeira floresceu logo depois de chuvas insignificantes precedidas de quedas bruscas de temperatura; segundo o autor, as gemas estariam em condição de dormência verdadeira. A planta não-irrigada (dormência imposta) floresceu após aguaceiros abundantes, que, mesmo assim, eram precedidos por queda rápida de temperatura. Aparentemente, não há dois tipos de dormência, e os resultados melhor se ajustam à proposta de BROWNING.

Quedas bruscas de temperatura podem explicar por que plantas em solução nutritiva ou em condição de suprimento abundante de água no solo florescem simultaneamente com as plantas no campo após as chuvas, que provavelmente são acompanhadas ou precedidas por quedas de temperatura. Explicam também os resultados de GOPAL e VENKATARAMANAN (24), segundo os quais cafeeiros irrigados em casa-de-vegetação florescem antes ou depois da floração de plantas no campo. Por outro lado, as relações térmicas não justificam a abertura dos botões florais após irrigação em solo que tenha passado por um período seco. É provável, também, que quedas de temperatura e reidratação dos tecidos após um défice de água atuem sobre um mesmo mecanismo básico dentro da gema. Deve-se dar atenção ao fato de que os resultados de REES (41) e de BROWNING (7) foram obtidos no campo. Experimentação em condições controladas é necessária para avaliação do efeito de quedas de temperatura.

Como a resposta das gemas florais dormentes a um estímulo externo deve estar relacionada com alterações hormonais internas, os estudos iniciais foram realizados com aplicação de substâncias reguladoras às gemas. Todas as substâncias de natureza auxínica produziram resultados negativos (2, 44, 46), o que está de acordo com os resultados de GOPAL (22) e JANARDHAN *et alii* (30), segundo os quais os níveis de auxina endógena no botão em fase de abertura são tão baixos que dificilmente desempenhariam papel importante na quebra da dormência.

Uma vez que hormônios do tipo giberelina substituem o efeito do frio na quebra da dormência, ALVIM (3) sugeriu que também poderiam substituir o período seco. Na região costeira do Peru, onde as gemas se abrem em flores após irrigação que segue um período seco, aquele pesquisador foi bem sucedido na quebra da dormência quando aspergiu os botões florais de cafeeiros irrigados com soluções de 10, 25 e 100 ppm de ácido giberélico (GA₃). O mesmo resultado foi obtido em cafeeiros irrigados, em casa-de-vegetação, com aplicação de GA₃ em pasta de lanolina (44). Assim, as giberelinhas substituem o requisito de período seco na quebra da dormência floral do café, o que também foi encontrado por PÁGACZ (37). Resultados mais recentes de BROWNING (6) mostraram que o GA₃ tanto pode aumentar o número de flores abertas como pode induzir a abertura dos botões florais.

Em quase todos os experimentos giberelinhas exógenas têm quebrado a dormência dos botões florais do café. Resta saber se giberelinhas endógenas desempenham algum papel no fenômeno. BROWNING (6, 8) verificou que, após irrigação por aspersão, o nível endógeno de giberelinhas ativas aumenta rapidamente nas gemas florais. Esse aumento precede o transporte rápido de água para o botão, ou seja, antecede a formação dos novos vasos lenhosos no pedicelo floral. No xilema,

o nível de giberelina permanece inalterado, isto é, não há transporte de giberelina para as gemas. Parece mesmo que a quebra da dormência dos botões florais é provocada por uma transformação de giberelinas conjugadas (inativas) em giberelinas livres (ativas) dentro das gemas, e não por uma síntese *de novo*; a aplicação nos botões de bloqueadores da síntese de giberelinas, como CCC (cloreto de betacloroetil-trimetil-amônio) ou B-9 (ácido N-dimetil-amino-succinâmico), não inibiu o crescimento dos botões, indicando a presença de giberelinas conjugadas no botão dormente. Para a quebra da dormência é necessário apenas um aumento transitório no nível de giberelinas ativas nas gemas; o promotor apenas aumenta até o quarto dia após a irrigação por aspersão, caindo daí até a antese. Hormônios do tipo giberelina seriam o princípio ativo originado na própria gema (6, 8, 9) responsável pela quebra da dormência.

A dormência das gemas das espécies de climas temperados é mantida por inibidores naturais do tipo ácido abscísico (AAb). VEEN (44) conseguiu manter dormentes, tratando com AAb em lanolina, gemas florais de plantas de Robusta que tinham sido submetidas a tensão de umidade no solo e, em seguida, irrigadas; as gemas não-tratadas abriram-se em flores normalmente. O nível de AAb endógeno nos botões dormentes é bastante alto (11). Em valores absolutos, no entanto, o inibidor permanece constante até o quarto dia após irrigação por aspersão, quando aumenta até a abertura do botão. Aparentemente, a quebra da dormência se dá mais em razão de aumento do nível de promotores ou da razão promotor/inibidor que por diminuição dos níveis do inibidor. Quando BROWNING (7) aplicou AAb, em combinação com GA₃, nos botões, o inibidor não provocou qualquer efeito na ação do promotor. AAb também não interrompeu o crescimento de gemas cuja dormência havia sido naturalmente quebrada pelas chuvas. Conseqüentemente, é até possível que a dormência dos botões seja mantida pela ausência de promotores do tipo giberelina.

Quanto mais prolongado for o período seco, maior será a eficiência dos tratamentos que quebram a dormência dos botões. Noutras palavras, a seca aumenta a sensibilidade de resposta das gemas dormentes (3, 6). Como condições de seca promovem acúmulo de AAb, é provável que o inibidor prepare a gema para uma resposta mais eficiente à ação posterior da giberelina no processo de quebra da dormência. Comumente, AAb aumenta também a permeabilidade dos tecidos; talvez os altos níveis desse inibidor durante a dormência aumentem a permeabilidade das membranas dos botões florais, o que facilitaria o transporte dos promotores após a quebra da dormência.

O outro princípio químico necessário para a quebra da dormência floral, além das giberelinas da própria gema, seria transportado pelo xilema, em conseqüência da liberação da tensão interna de água na planta após o umedecimento do solo (6, 8, 9). Antes da quebra da dormência, o principal componente citocinínico das gemas é o ribosídio de zeatina, enquanto o da seiva do xilema é uma citocinina semelhante a 6 γ y (dimetil-alil) amino-purina; após a quebra da dormência, ambas as formas são encontradas tanto no xilema quanto nas gemas, apesar de a seiva do xilema ser bem mais rica em citocinina que a gema. Este fato, aliado a que o aumento do nível da seiva do xilema antecede o aumento nas gemas, levou BROWNING (6, 9) a sugerir que os hormônios do tipo citocinina são transportados no xilema para as gemas florais. Na verdade, o aumento do nível de citocinina nas gemas parece ser uma conseqüência da absorção rápida de água, ou seja, o transporte para as gemas ocorre após a formação dos novos vasos lenhosos no pedicelo floral. Logo, o aumento de citocinina na gema é uma conseqüência da quebra da dormência promovida pelas giberelinas. Digno de nota é o fato de que o aumento do nível de giberelinas nas gemas precede o aumento de citocinina. Parece então que hormônios do tipo citocinina não quebram a dormência dos botões florais do café, nem constituem fator essencial do fenômeno.

Um segundo princípio transportado no xilema parece não ser essencial. A aplicação de giberelinas exógenas provoca antese tanto em botões florais de plantas com bom suprimento de água (2, 37, 44), quando o princípio estaria presente no xilema (6, 9), como em botões de plantas deficientes de água (3, 6), quando o princípio estaria ausente. A quebra da dormência pela aplicação de GA₃ (2) ou pelo gotejamento de água nos botões (34) é tão localizada, que talvez não haja necessidade de liberação de tensão no xilema dos ramos e, portanto, de citocinina. Por outro lado, o tratamento de gemas com citocinina quase sempre produz resultados negativos (6, 44). Além disso, sabe-se que a fonte natural de suprimento de citocinina são as raízes; seria difícil predizer a fonte de citocinina no caso de quebra da dormência por imersão em água de ramos presos à planta, por imersão em água da extremidade de ramos seccionados, por gotejamento de água no botão

dormente e tratamentos similares.

O papel de hormônios do tipo citocinina parece estar ligado mais ao crescimento dos botões que à quebra da dormência. Como as citocininas constituem agente de atração de nutrientes, e como a importação destes para as gemas é bem acentuada, é provável que os dois fenômenos estejam relacionados. O nível de citocinina nas gemas sobe desde o segundo dia após a quebra da dormência até dois dias antes da antese; como, a partir do quarto dia, o nível de GA₃ cai e o de AAb aumenta, é possível que daí em diante a citocinina contrabalance o AAb. As citocininas, possivelmente, poderiam desempenhar ainda um papel na divisão meiótica das células-mães do micrósporo (6, 9).

Em conclusão, apenas um princípio químico (giberelina), originado no próprio botão floral, parece ser essencial na quebra da dormência; um segundo princípio (citocinina) teria, quando muito, um papel complementar no crescimento do botão.

Deve-se, agora, determinar o(s) fator(es) do meio ambiente que promove(m), de forma direta ou indireta, o acúmulo de giberelinhas ativas, a partir de giberelinhas conjugadas, no botão floral. Vários pesquisadores constataram que um período de deficiência de água na planta é essencial para a quebra da dormência (3, 28, 32, 37, 38), enquanto outros julgam que uma queda brusca de temperatura promove o reinício do crescimento dos botões dormentes (6, 7, 8, 9, 34, 41, 45). Qualquer que seja o sinal externo, naturalmente o mecanismo interno de resposta deve ser o mesmo. Aliás, nas condições do Quênia, CANNELL, citado por BROWNING (6), verificou que as grandes floradas não são observadas se não ocorrer queda brusca de temperatura de 3°C ou mais em 45 minutos ou menos, mesmo que caia uma chuva pesada de 7,5 mm. Se as árvores no campo, porém, forem submetidas a longo período de tensão de umidade no solo, respondem a chuvas pesadas mesmo que não haja queda rápida de temperatura; nesse caso, chuvas menores que 7,5 mm, ainda que acompanhadas de queda de temperatura, não provocam florada. Noutras palavras, parece que as duas situações — hidratação rápida da gema em sequência a défice de água na planta e queda brusca de temperatura — equivalem-se, dependendo da condição em que a planta se encontre. Aspersão dos botões com solução aquosa de GA₃ (3, 6) e aplicação de solução não-aquosa (etanólica) do hormônio (6) foram capazes de quebrar a dormência mesmo em condições de seca. Logo, se o défice de água por si mesmo quebrasse a dormência floral, as giberelinhas ativas acumular-se-iam na gema durante o período seco e a dormência seria quebrada. Como a dormência só é quebrada após as chuvas que seguem um período seco, é provável que a seca crie uma condição na gema para que esta responda às chuvas. Desde que a resposta às primeiras chuvas é imediata, uma variação brusca interna em qualquer condição na gema deve estar envolvida. Nesse ponto, há uma similaridade com o efeito da queda rápida de temperatura, que também deve afetar alguma condição interna da gema. Daí, tanto as chuvas após um período seco quanto uma queda rápida de temperatura afetarem o mesmo mecanismo interno.

Tanto chuva ou irrigação, depois de um período seco e queda brusca de temperatura provocam uma elevação rápida do potencial hídrico das gemas, a qual seria, então, o fator desencadeador da transformação das giberelinhas conjugadas em giberelinhas livres. ALVIM (3) foi bem sucedido na quebra da dormência quando revestiu com lanolina ou óleos não-tóxicos as gemas de plantas que se encontravam com défice de água; provavelmente, ocorreu uma elevação súbita do potencial hídrico das gemas. Já VEEN (44) não conseguiu qualquer resultado quando aplicou lanolina em botões de plantas irrigadas, pois não houve subida rápida de potencial hídrico. Quanto maior for o período seco, maior será a eficácia da resposta à irrigação ou à chuva; talvez o fato resulte de uma elevação mais brusca do potencial hídrico. Enfim, imersão em água de ramos presos à planta, imersão em água da extremidade de ramos seccionados, gotejamento de água no botão dormente, chuva e irrigação após um período seco podem provocar elevação rápida do potencial hídrico da gema. A observação de alguns autores (19, 33), de que cafeeiros, depois de seca prolongada, florescem, em resposta a nevoeiros densos, não parece improcedente; um aumento repentino da umidade relativa do ar poderia fazer subir rapidamente o potencial hídrico das gemas. O abaixamento rápido da temperatura poderia aumentar bruscamente o potencial das gemas, tanto pelo efeito da temperatura em si mesma como pelo aumento da umidade relativa. Seria este um meio eficiente de elevar subitamente o potencial hídrico dos botões florais nos casos em que o estado interno de água na planta não fosse tão crítico como nas plantas sob défices de água provocados por períodos secos.

6. CONCLUSÕES

Ainda que considerado como planta de dia curto, o café apresenta também comportamento de planta fotoperiodicamente insensível, e, algumas vezes, responde a dias longos. Estudos de indução floral com plantas adultas em condições controladas são indispensáveis. Embora se admita, comumente, que a seca promove a dormência dos botões florais, não há estudos comprobatórios. O mecanismo da dormência dos botões florais, objeto de maior número de investigações, continua sendo motivo de controvérsia. As informações existentes permitem formular a hipótese de que o botão floral maduro, levado à dormência por défice interno de água, acumula giberelinas conjugadas inativas. Nessa condição, o botão permanece até que sobrevenha um fator ambiente, mais comumente chuva e/ou queda rápida de temperatura, que provoque elevação brusca do potencial hídrico da gema. Alterações de ordem biofísica ou bioquímica levam, então, à produção de giberelinas ativas, às expensas das giberelinas conjugadas, e o botão reinicia o crescimento até a antese.

7. RESUMO

Nenhuma das fases do fenômeno da floração do café — indução, iniciação, dormência e quebra da dormência dos botões florais — é suficientemente conhecida. Nas condições fotoperiodicamente induktivas de dia curto dos trópicos, outros fatores, como temperaturas relativamente baixas e défices de água no solo, têm sido circunstancialmente relacionados com a iniciação floral do café. No entanto, o problema do requerimento fotoperiódico do cafeiro deve ser reestudado. Período seco, que não inibe a iniciação floral, leva os botões ao estado de dormência. Fatores naturais ou artificiais que provocam elevação brusca do potencial hídrico das gemas parecem quebrar a dormência floral.

8. SUMMARY

None of the phases of the flowering process in coffee — induction, initiation, dormancy and dormancy release of the flower buds — is well understood. Under photoperiodically inductive short days in the tropics, other factors such as low temperatures and soil water deficits have been circumstantially associated with flower initiation in coffee. Nonetheless, the photoperiodic requirement of the coffee tree has still to be conclusively established. A drought period, which is not inhibitory to flower initiation, throws the flower buds into dormancy, and any factor that brings about a sudden rise of their water potential seems to break this dormancy.

9. LITERATURA CITADA

1. ALÉGRE, G. Climats et caféiers d'Arabie. *L'Agronomie Tropicale* 14: 23-58. 1959.
2. ALVIM, P. de T. Estímulo de la floración y fructificación del cafeto por asperciones con ácido giberélico. *Turrialba* 8: 64-72. 1958.
3. ALVIM, P. de T. Fisiología del crecimiento y de la floración del cafeto. *Café* 2: 57-64. 1960.
4. BARROS, R.S. & MAESTRI, M. Periodicidade de crescimento em café. *Rev. Ceres* 19: 424-448. 1972.
5. BOYER, J. Étude expérimentale des effets du régime d'humidité du sol sur la croissance végétative, la floraison et la fructification des caféiers robusta. *Café, Cacao, Thé* 13: 187-200. 1969.
6. BROWNING, G. *The hormonal regulation of flowering and cropping in Coffea arabica L.* Bristol, Department of Agriculture and Horticulture, Long Ashton Res. Stn., 1971. 136 p. (Ph. D. thesis).

7. BROWNING, G. *Physiological studies of Coffea arabica*. 1971 Rep. Long Ashton Res. Stn., 1972. pp. 41-44.
8. BROWNING, G. Flower bud dormancy in *Coffea arabica* L. I. Studies of gibberellin in flower buds and xylem sap and abscisic acid in flower buds in relation to dormancy release. *J. Hort. Sci.* 48: 29-41. 1973.
9. BROWNING, G. Flower bud dormancy in *Coffea arabica* L. II. Relation of cytokinins in xylem sap and flower buds to dormancy release. *J. Hort. Sci.* 48: 297-310. 1973.
10. BROWNING, G. & FISHER, N.M. Shoot growth in *Coffea arabica* L. II. Growth flushing stimulated by irrigation. *J. Hort. Sci.* 50: 207-218. 1975.
11. BROWNING, G., HOAD, G.V. & GASKIN, P. Identification of abscisic acid in flower buds of *Coffea arabica* (L.). *Planta* 94: 213-219. 1970.
12. CANNELL, M.G.R. Seasonal patterns of growth and development of arabica coffee in Kenya. Part IV. Effects of differences in rainfall on bean size. *Kenya Coffee* 36: 176-180. 1971.
13. CANNELL, M.G.R. Use of gibberellic acid to change the seasonal fruiting pattern of arabica coffee in Kenya. *J. Hort. Sci.* 46: 289-298. 1971.
14. CANNELL, M.G.R. Photoperiodic response of mature trees of arabica coffee. *Turrialba* 22: 198-206. 1972.
15. CASTILLO Z. J. & LÓPEZ A., R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del cafeto. *Cenicafé* 17: 51-60. 1966.
16. CLOWES, M. St. & WILSON, J. H. Physiological factors influencing irrigation management of coffee in Rhodesia. *Rhodesia Agric. J.* 71: 53-55. 1974.
17. CROOPE, S.M.S., FREDERICO, D., MAESTRI, M. & SANT'ANNA, R. Variações no conteúdo de amido e açúcares nas corolas de café (*Coffea arabica* L.) durante a floração. *Rev. Ceres* 17: 217-226. 1970.
18. DUBLIN, P. Recherches sur la floraison et la fructification du caféier de la «Nana». *L'Agronomie Tropicale* 12: 173-208. 1957.
19. DUBLIN, P. Biologie florale du *Coffea dewevrei* de Wild race *Excelsa* A. Chevalier. III. Floração. Pollinisation. Fecondation. *L'Agronomie Tropicale* 15: 189-212. 1960.
20. FRANCO, C.M. Fotoperiodismo em cafeiro *C. arabica* L. *Rev. Inst. Café* 174: 1586-1592. 1940.
21. FREDERICO, D. & MAESTRI, M. Ciclo de crescimento dos botões florais do café. *Rev. Ceres* 17: 171-181. 1970.
22. GOPAL, N.H. Some aspects of hormonal balance in coffee. *Indian Coffee* 38: 168-174. 1974.
23. GOPAL, N.H. & VASUDEVA, N. Physiological studies on flowering in arabica coffee under South Indian conditions. I. Growth of flower buds and flowering. *Turrialba* 23: 146-153. 1973.
24. GOPAL, N.H. & VENKATARAMANAN, D. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. V. Growth-substance content during flower bud enlargement and anthesis. *Turrialba* 26: 74-79. 1976.
25. GOPAL, N.H., VENKATARAMANAN, D. & RAJU, K.I. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. II. Changes in water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower bud during enlargement and anthesis. *Turrialba* 25: 29-36. 1975.

26. GOPAL, N.H., RAJU, K.I., VENKATARAMANAN, D. & JANARDHAN, K.V. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. Flowering in relation to foliage and wood starch. *Turrialba* 25: 239-242. 1975.
27. HAARER, A.E. *Modern coffee production*. London, Leonard Hill Ltd., 1958. 467 p.
28. HUMPHREY, D.M. & BALLANTYNE, D.J. Diurnal and annual fluctuations of gibberellins in the leaves of *Coffea arabica*. L. *Turrialba* 24: 360-366. 1974.
29. JANARDHAN, K.V., GOPAL, N.H. & RAMAIAH, P.K. Carbohydrate reserves in relation to vegetative growth, flower bud formation and crop levels in arabica coffee. *Indian Coffee* 35: 145-148. 1971.
30. JANARDHAN, K.V., RAJU, K.I. & GOPAL, N.H. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. VI. Changes in growth rate, indoleacetic acid and carbohydrate metabolism during flower bud development. *Turrialba* 27: 29-35. 1977.
31. MAESTRI, M., SHIMOYA, C., CROOPE, S.M.S. & FREDERICO, D. Observações sobre a distribuição de grãos de amido e modificações anatômicas na corola de café durante a floração. *Rev. Ceres* 17: 227-235. 1970.
32. MAGALHÃES, A.C. & ANGELOCCI, L.R. Sudden alterations in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. *J. Hort. Sci.* 51: 419-423, 1976.
33. MATHEW, P.K. & CHOKKANNA, N.G. Studies on the intake of water and nutrients during development of flower buds to blossoms in coffee. *Indian Coffee* 25: 264-272. 1961.
34. MES, M.G. *Estudos sobre o florescimento de Coffea arabica L.* (translated by C.M. FRANCO). New York, IBEC Research Institute, 1957. 48 p. (Boletim n.º 14).
35. MOENS, P. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. *Turrialba* 18: 209-224. 1968.
36. NEWTON, O.A., Jr. 1952. *A preliminary study of the growth and flower habits of Coffea arabica L.* Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1952. 31 p. (M.S. thesis).
37. PÁGACZ, E.A. Quelques considérations sur la floraison du caféier. *Bull. Agric. Congo Belge* 50: 1531-1540. 1959.
38. PIRINGER, A.A. & BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of coffee. *Turrialba* 5: 72-77. 1955.
39. PORTÉRES, R. Action de l'eau, après une période seche, sur le déclenchement de la floraison chez *Coffea arabica* L. *L'Agronomie Tropicale* 1: 148-158. 1946.
40. RAYNER, R.W. Growth and bearing habits of *Coffea arabica* in Kenya and in Southern India. *E. Afr. Agric. J.* 11: 251-255. 1946.
41. REES, A.A. Some observations on the flowering behaviour of *Coffea rupestris* in Southern Nigeria. *J. Ecol.* 52: 1-7. 1964.
42. TANADA, B. Utilization of nitrates by the coffee plant under different sunlight intensities. *J. Agric. Res.* 72: 245-258. 1946.
43. TROJER, H. La investigación agroclimatológica para el cultivo del café en Colombia. *Bol. Inf. Centro Nacional de Investigaciones de Café*, Chinchiná, Colombia, 7: 78-101. 1958.

44. VEEN, V.D. Plant hormones and flowering in coffee. *Acta Bot. Neerl.* 17: 262-267. 1968.
45. WENT, F. W. *The experimental control of plant growth*. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1957. 343 p.
46. WORMER, T.M. Some physiological problems of coffee cultivation in Kenya. *Café*, Lima, Peru, 6: 1-20. 1965.
47. WORMER, T.M. & GITUANJA, J. Floral initiation and flowering of *Coffea arabica* L. in Kenya. *Expl. Agric.* 6: 157-170. 1970.
48. WORMER, T.M. & GITUANJA, J. Seasonal patterns of growth development of arabica coffee in Kenya. Part II. Flower initiation and differenciation in coffee East of Rift Valley. *Kenya Coffee* 35: 270-277. 1970.