

EUNICE MELOTTO

BIBLIOTECA CENTRAL
- UFV -
97.145
17-02-87

UFV	BIBLIOTECA	BBT	USPA	RG000034000
	CLASSIFICACAO	T 583.52041 / M528m		
TITULO Mobilizacao de carboidratos pelos botoes f				
				
97145 BBT				

MOBILIZAÇÃO DE CARBOIDRATOS PELOS BOTÕES FLORAIS
DE CAFE (*Coffea arabica* L.) EM EXPANSÃO

T
583.52041
M528m
1986
ex. 2

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Fisiologia
Vegetal, para Obtenção do Título
de "Magister Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JULHO - 1987

DOAÇÃO



Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

M528m
1986
Melotto, Eunice.
Mobilização de carboidratos pelos botões florais
de café (*Coffea arabica* L.) em expansão. Viçosa ,
UFV, Impr. Univ., 1986.
47 p. ilust.

Tese (M.S.) - UFV

1. Café - Fisiologia. 2. Café - Floração. 3. Ca-
fé - Crescimento. 4. Café - Mobilização de assimi-
lados. 5. Carboidratos. 6. Fisiologia vegetal. I.
Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 18.ed.: 583.52041

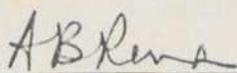
CDD 19.ed.: 583.52041

EUNICE MELOTTO

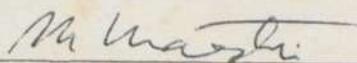
MOBILIZAÇÃO DE CARBOIDRATOS PELOS BOTÕES FLORAIS
DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM EXPANSÃO

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Fisiologia
Vegetal, para Obtenção do Título
de "Magister Scientiae".

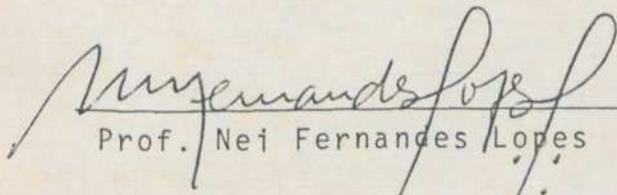
APROVADA: 4 de dezembro de 1986



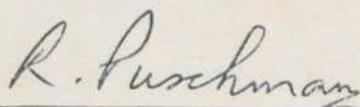
Prof. Alemar Braga Rena
(Conselheiro)



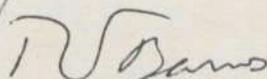
Prof. Moacyr Maestri
(Conselheiro)



Prof. Nei Fernandes Lopes



Prof. Rolf Puschmann



Prof. Raimundo Santos Barros
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e à Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", pela oportunidade de realizar este curso.

A meus pais e irmãos.
A Diego, Daniel e Greta, meus sobrinhos.

Aos professores Edmundo Santos Barros e Nelson Barros, pela orientação, pelo apoio e pelas contribuições emprestadas.

Ao professor Alomar Braga Azevedo, pela decisão sobre o curso e sugestões.

Aos professores Nei Feregnani e José Fuschmann, pelas críticas e sugestões.

Aos professores José Coimbra, Jorge Antonio Oliva Ciano e Renato Sant'Ana, pelos ensinamentos e amizade.

Aos professores colégas do Departamento de Botânica - Fisiologia Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Paulo Roberto de Casariga e Centro, Edgar de Castanho Ferraz e Antonio Augusta Luchessi, pela incentivo e amizade.

Ao técnico do laboratório Carlos Fernando Alves de Souza e ao auxiliar administrativo do laboratório de Fisiologia Vegetal, pela indispensável colaboração.

Aos colegas da Universidade Federal de Viçosa, especialmente, aos amigos José Antônio Pinheiro e Francisco

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade de realização desse curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Aos professores Raimundo Santos Barros e Moacyr Maestri, pela orientação, pelo apoio e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Alemar Braga Rena, pela decisiva colaboração e oportunas sugestões.

Aos professores Nei Fernandes Lopes e Rolf Puschmann, pelas críticas e sugestões.

Aos professores José Cambraia, Marco Antonio Oliva Cano e Renato Sant'Anna, pelos ensinamentos e amizade.

Aos professores colegas do Departamento de Botânica - Setor Fisiologia Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Paulo Roberto de Camargo e Castro, Eduardo Castanho Ferraz e Antonio Augusto Lucchesi, pelo incentivo e amizade.

Ao técnico de laboratório Carlos Raimundo Alves de Souza e demais funcionários do Laboratório de Fisiologia Vegetal, pela indispensável colaboração.

Aos colegas da Universidade Federal de Viçosa, especialmente, aos amigos José Antonio Pimenta e Evanise Acioli

Cançado, pela convivência agradável no decorrer deste curso.

À todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CURSO Nº 10730, filha de Antonio Edson Valotto e Ney
de Silva Valotto, nasceu em Piracicaba, Estado de São Pau
lo, em 14 de setembro de 1962.

Em dezembro de 1983, graduou-se em Engenharia Agro-
nômica, Faculdade Superior de Agricultura "Luiz de Camargo",
Piracicaba, SP, instituição pela qual foi contratada como
professora do Departamento de Botânica.

Em fevereiro de 1984, iniciou o Curso de Mestrado em
Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,
Minas Gerais.

BIOGRAFIA

EUNICE MELOTTO, filha de Antonio Edemar Melotto e Neusa da Silva Melotto, nasceu em Piracicaba, Estado de São Paulo, em 24 de setembro de 1962.

Em dezembro de 1983, graduou-se em Engenharia Agrônômica, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, instituição pela qual foi contratada como professora do Departamento de Botânica.

Em fevereiro de 1984, iniciou o Curso de Mestrado em Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

5. CONCLUSÕES 34
 BIBLIOGRAFIA 36
 APÊNDICE 43

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
EXTRATO	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. Material Vegetal	5
2.2. Quantificação de Carboidratos	8
2.3. Delineamento Experimental	10
3. RESULTADOS	11
3.1. Crescimento dos Botões Florais e os Níveis de Carboidratos	11
3.2. Níveis de Carboidratos em Folhas e em Ramos.	14
3.2.1. Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas Descobertas	14
3.2.2. Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas Cobertas	16
3.2.3. Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos em Ramos	18
3.2.4. Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas e Ramos, Simultaneamente Funcionando como Fontes Alternativas	21
4. DISCUSSÃO	25

	Página
5. CONCLUSÕES	34
BIBLIOGRAFIA	36
APÊNDICE	43

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Níveis de Carboidratos em Órgãos de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Catuaí Amarelo, Tratados com Solução Alcolólica 80% Fermentada por 5 dias e em Quantidade 41	41
2 Níveis de Carboidratos em Amêndoas Verde e Amarela a Partir da Matéria Seca (M.S.) e da Matéria Fresca Não Processada (M.F.) 42	42
3 Recuperação de Carboidratos de Uma Mistura de Açúcar, D-Eritose e Sacarose Quimicamente Puras, Determinados pela Metodologia Descrita em Material e Métodos 45	45
4 Níveis de carboidratos nos Órgãos de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Catuaí Vermelho (ICMF-2077-2-5-14), com Dois anos de idade, Cultivado em Vasos de 20 kg 47	47

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Níveis de Carboidratos em Órgãos de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Catuaí Amarelo, Tratados com Solução Etanólica 80% Fervente por 5 min e a Quente	44
2 Níveis de Carboidratos em Amostras Pares, Analisadas a Partir da Matéria Seca (M.S.) e da Matéria Fresca Não Processada (M.F.)	45
3 Recuperação de Carboidratos de Uma Mistura de Amido, D-Glicose e Sacarose Quimicamente Puros, Determinados pela Metodologia Descrita em Material e Métodos	46
4 Níveis de Carboidratos nos Órgãos de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Catuaí Vermelho (LCMP-2077-2-5-44), com Dois Anos de Idade, Cultivado em Vasos de 20 kg	47

4 Variação da Matéria Seca (A), do Conteúdo de Amido (B), Açúcares Solúveis Totais (C) e Açúcares Redutores (D), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) nas Folhas Cobertas de Nós Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas aos Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C São Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B). A Única da Colleta Mostra Dados de Arredondamento

LISTA DE FIGURAS

5 Variação da Matéria Seca (A), do Conteúdo de Amido (B), Açúcares Solúveis Totais (C) e Açúcares Redutores (D), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Unidade Floral de Ramos de Ramos Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Ramos de Ramos Conectados aos Botões (C) após a Irrigação das

Página

- 1 Tratamentos Efetuados para Conectar os Botões Florais em Expansão (Drenos) a Diferentes Fontes. A: Botões Florais Conectados a Folhas Descobertas (Fotossíntese Atual). B: Botões Florais Conectados a Folhas Cobertas (Carboidratos Prê-Existentes nas Folhas). C: Botões Florais Conectados a Ramos (Reservas dos Ramos). D: Botões Florais Conectados Simultaneamente a Folhas e a Ramos. Tratamentos Paralelos com Botões Removidos Foram Também Efetuados. p e d Representam Partes Separadas das Secções de Ramos Tomadas para Análise 6
- 2 Variação da Matéria Seca (A), dos Níveis de Amido (B), de Açúcares Solúveis Totais (C) e de Açúcares Redutores (D), em Botões Florais, cujas Fontes de Assimilados Foram: Folhas Descobertas (----), Folhas Cobertas (—), Secção de Entrenós (.....) e Secções de Entrenós e Folhas Descobertas (-....) após a Quebra da Dormência 12
- 3 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) nas Folhas de Nós Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas aos Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B) 15

- 4 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■), e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) nas Folhas Cobertas de Nós Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C São Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B). A Última Coleta Mostra Dados de Apenas Duas Repetições 17
- 5 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Distal de Secções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectados a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B)..... 19
- 6 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B), na Parte Proximal de Secções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B) 20
- 7 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B), em Folhas de Secções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B) 22
- 8 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Distal de Secções de Ramos Isoladas com Folhas

e sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Folhas e a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B)

23

9 Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Proximal de Secções de Ramos Isoladas com Folhas e sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Folhas e a Botões após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B)

24

RESUMO
 O presente trabalho tem por objetivo estudar a mobilização de carboidratos na parte proximal da unidade floral de café em condições após a colheita, em condições de irrigação e de controle. Para isso foram utilizadas secções de ramos isoladas com folhas e sem botões florais (controle) e em secções de ramos conectadas a folhas e a botões florais após a irrigação das plantas. Os valores em C são representados em relação aos teores das secções sem botões (controle B)

Com o objetivo de estudar a mobilização de carboidratos na parte proximal da unidade floral de café em condições após a colheita, em condições de irrigação e de controle, foram utilizadas secções de ramos isoladas com folhas e sem botões florais (controle) e em secções de ramos conectadas a folhas e a botões florais após a irrigação das plantas. Os valores em C são representados em relação aos teores das secções sem botões (controle B)

EXTRATO

MELOTTO, Eunice, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1987. *Mobilização de Carboidratos pelos Botões Florais de Café (Coffea arabica L.) em Expansão*. Professor Orientador: Raimundo Santos Barros. Professores Conselheiros: Alemar Braga Rena e Moacyr Maestri.

Com o objetivo de estudar a mobilização de carboidratos pelo botão floral de café em expansão após a quebra da dormência, três fontes alternativas de assimilados foram analisadas: a fotossíntese atual nas folhas, os recursos de carboidratos pré-existentes nas folhas e as reservas dos ramos. Dessas, a fotossíntese que ocorre nas folhas, concomitantemente ao crescimento dos botões, mostrou ser a fonte mais importante no suprimento de carboidratos. Quando a entrada de carboidratos foi contínua (fotossíntese atual), as correlações entre os níveis de carboidratos das folhas ou dos ramos e a expansão dos botões foram baixas, ou mesmo nulas, isto é, as duas variáveis mostraram-se independentes. Os botões florais não exauriram completamente os carboidratos das folhas

ou dos ramos, quando estavam conectados a uma área foliar fotossinteticamente ativa. Em ausência dessa, houve uma correlação entre a depleção de carboidratos nas folhas ou ramos e a expansão dos botões florais. Ramos despídos de folhas e folhas impedidas de realizar fotossíntese, pela cobertura com papel, forneceram amido e açúcares solúveis, respectivamente, para os botões florais a eles conectados. O amido armazenado nos ramos foi mobilizado a grandes distâncias e pareceu ser mais importante que os açúcares solúveis das folhas, para o crescimento dos botões. Botões florais conectados a folhas cobertas cresceram menos e caíram prematuramente, quando comparados aos botões conectados a ramos.

1. INTRODUÇÃO

No gênero *Coffea*, após a iniciação, os primórdios florais diferenciados crescem de modo contínuo por um período variável de aproximadamente dois meses (MES, 1957; MOENS, 1968), até atingirem um tamanho aproximado de 4 a 8 mm (MES, 1957; WENT, 1957; FREDERICO *et* MAESTRI, 1970), quando então tornam-se dormentes, por semanas ou até mesmo meses (BARROS *et alii*, 1978). Nesse período de crescimento suspenso, tanto a matéria seca como a fresca permanecem virtualmente estacionárias (FREDERICO *et* MAESTRI, 1970; GOPAL *et* VASUDEVA, 1973), sugerindo uma baixa ou nula mobilização de assimilados e de água para as gemas (BARROS *et* MAESTRI, 1978). Sob condições naturais, os botões florais que permanecem em dormência durante um período de seca, reiniciam o crescimento após o estímulo causado pelas primeiras chuvas. O tempo necessário para a abertura dos botões varia com a temperatura (MES, 1957) e, em geral, vai de sete a 15 dias (CROOPE *et alii*, 1970; FREDERICO *et* MAESTRI, 1970). Nessa fase, há um incremento de mais

de seis vezes da matéria fresca e até 25 vezes da matéria seca (BARROS *et alii*, 1978), indicando intensa mobilização de água, de nutrientes e de assimilados para os botões. O nível de amido na corola em expansão aumenta, para então atingir uma fase estável intermediária, decrescendo, posteriormente, até a antese (CROOPE *et alii*, 1970; FREDERICO *et* MAESTRI, 1970; MAESTRI *et alii*, 1970). O nível de açúcares solúveis totais, que é constituído na maior parte de açúcares redutores, aumenta no período compreendido entre a quebra da dormência até cerca de quatro dias antes da antese (CROOPE *et alii*, 1970) e pode desempenhar um papel osmótico durante a expansão rápida da corola (FREDERICO *et* MAESTRI, 1970). A absorção de oxigênio pelo botão floral em crescimento aumenta acentuadamente com o acúmulo de matéria seca e as taxas de respiração sobem em até seis vezes mais do que antes da retomada de seu crescimento (GOPAL *et alii*, 1975). Esses resultados indicam um metabolismo acentuado nos botões florais em expansão e mostram também a importância da importação de assimilados no seu desenvolvimento pós-dormência.

O desenvolvimento normal do botão até a antese depende em grande parte do número médio de folhas por nó, do número total de folhas presentes em cada ramo e do teor de amido nos ramos (GOPAL *et alii*, 1975). A presença de folhas no nó floral é essencial para o desenvolvimento dos botões (MAGALHÃES *et* ANGELOCCI, 1976) e uma área foliar de aproximadamente $4,7 \text{ cm}^2$ parece ser necessária para a abertura de uma flor (BARROS *et alii*, 1982). A fotossíntese na folha, que ocorre simultaneamente ao crescimento dos botões (fotossíntese atual),

parece ser a principal fonte de nutrientes orgânicos para a expansão dos botões florais, havendo maior correlação entre o número de flores normais abertas com o número de folhas (BARROS *et alii*, 1982), do que com as reservas dos ramos, como sugerem GOPAL *et RAJU* (1978). JANARDHAN *et GOPAL* (1973) também sugerem que, embora os botões sejam capazes de realizar a reação de Hill, a ocorrência desse processo é de somenos importância; disso resulta a necessidade de mobilização de assimilados para o crescimento na fase pós-dormência.

Quatro fontes de assimilados estão potencialmente disponíveis para o crescimento dos botões florais: o material pré-existente no próprio botão, as reservas nos ramos, os recursos disponíveis nas folhas e a fotossíntese que ocorre nas mesmas, concomitantemente ao crescimento dos botões (BARROS *et alii*, 1982). Embora alguns estudos sobre a contribuição relativa dos carboidratos nas folhas e armazenados nos ramos, e dos assimilados da fotossíntese atual para o desenvolvimento do fruto do café já tenham sido realizados (PATEL, 1970; CANNELL, 1971; JANARDHAN *et alii*, 1971; CANNELL, 1976), a contribuição dessa classe de nutrientes orgânicos, de diferentes origens, para o crescimento dos botões florais é, aparentemente, pouco conhecida. O conhecimento da mobilização de carboidratos pelos botões florais em expansão pode fornecer subsídios de natureza prática na cultura do café. Do ponto de vista científico, a elucidação de alguns aspectos da fisiologia da floração do café é bastante relevante, em virtude da complexidade do assunto.

O presente trabalho objetivou estudar a mobilização

de carboidratos originados de diferentes fontes pelos botões florais de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Amarelo, que contribuem para o seu crescimento após a quebra da dormência.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Vegetal

As plantas de *Coffea arabica* L. utilizadas neste trabalho foram cultivadas em casa de vegetação, sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, com fotoperíodo de 12 horas. As plantas foram mantidas em condições de crescimento normal durante o período de 12 meses antes do início do experimento. Para a obtenção do material vegetal, foram selecionadas plantas com idade de 12 meses e com altura média de 1,5 m.

Para a obtenção do material vegetal, foram selecionadas plantas com idade de 12 meses e com altura média de 1,5 m. As plantas foram mantidas em condições de crescimento normal durante o período de 12 meses antes do início do experimento. Para a obtenção do material vegetal, foram selecionadas plantas com idade de 12 meses e com altura média de 1,5 m.



2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. *Material Vegetal*

As plantas de *Coffea arabica* L. utilizadas nesse estudo foram do cultivar Catuaí Amarelo, linhagem ICH-2077-2-5-86, com aproximadamente cinco anos de idade, cultivadas a pleno sol, em bom estado fitossanitário e nutricional. A plantação localizava-se na região de Viçosa, Minas Gerais, em terreno de encosta (declividade 5%), solo LVd húmico, e as plantas, em curvas de nível, guardavam um espaçamento aproximado de 3,0 x 1,0 m.

Para estimar a contribuição da fotossíntese atual nas folhas para a expansão dos botões florais, o nó floral com folhas foi isolado mediante anelamento do ramo imediatamente abaixo e acima do respectivo nó (Figura 1A). Em cada axila foliar seis botões foram deixados ou removidos. Para estimar a contribuição dos carboidratos pré-existentes nas folhas, os mesmos tratamentos anteriores foram efetuados, com a diferença de que as folhas foram enclausuradas em pacotes de papel

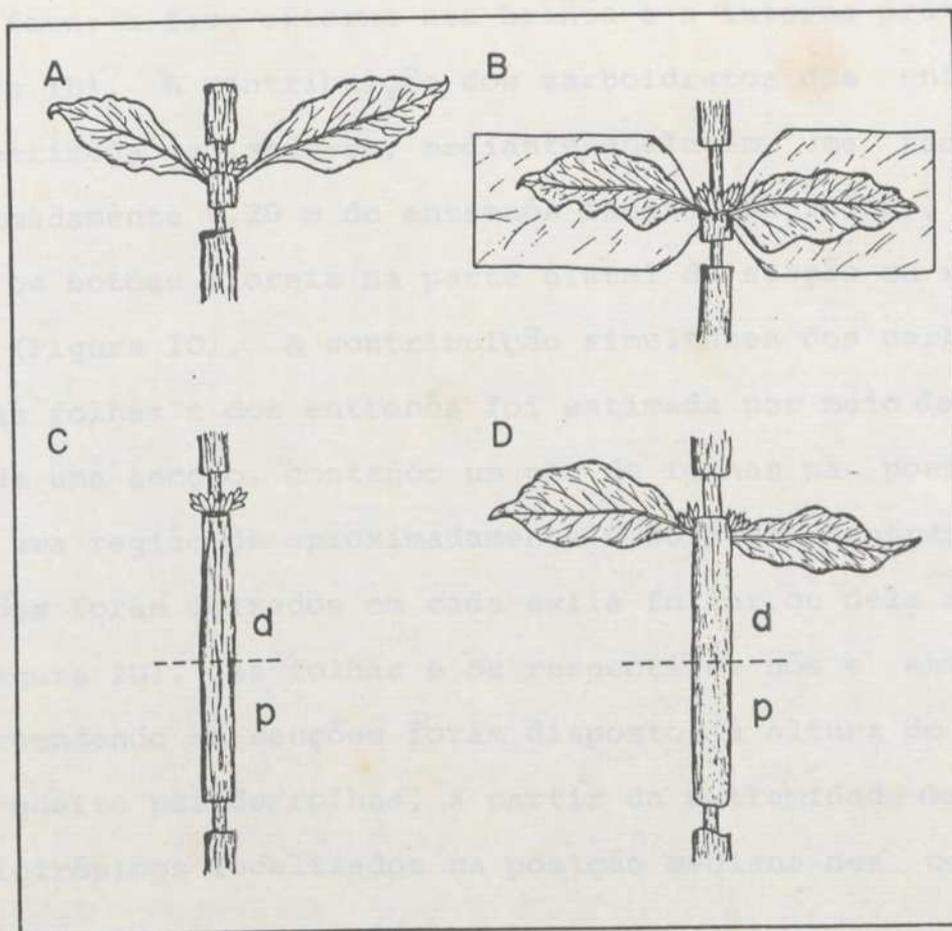


FIGURA 1 - Tratamentos Efetuados para Conectar os Botões Florais em Expansão (Drenos) a Diferentes Fontes. A: Botões Florais Conectados a Folhas Descobertas (Fotossíntese Atual). B: Botões Florais Conectados a Folhas Cobertas (Carboidratos Pré-Existentes nas Folhas). C: Botões Florais Conectados a Ramos (Reservas dos Ramos). D: Botões Florais Conectados Simultaneamente a Folhas e a Ramos. Tratamentos Paralelos com Botões Removidos Foram Também Efetuados. *p* e *d* Representam Partes Separadas (Proximal e Distal, Respectivamente) das Seções de Ramos Tomadas para Análise.

de dupla face; a face externa era branca e a interna prateada (Figura 1B). A contribuição dos carboidratos dos entrenós foi estimada isolando-se, mediante anelagem, uma secção de aproximadamente 0,20 m de entrenós isentos de folhas, deixando-se os botões florais na parte distal da secção ou removendo-os (Figura 1C). A contribuição simultânea dos carboidratos das folhas e dos entrenós foi estimada por meio de isolamento de uma secção, contendo um par de folhas na posição distal e uma região de aproximadamente 0,20 m de entrenós; seis botões foram deixados em cada axila foliar ou dela removidos (Figura 1D). As folhas e os respectivos nós e entrenós compreendendo as secções foram dispostos à altura do terceiro ou quarto par de folhas, a partir da extremidade dos ramos plagiotrópicos localizados na posição mediana das copas das plantas.

A dormência dos botões florais foi quebrada mediante irrigação no solo, na região de projeção das copas, e por aspersão nas copas das plantas, a cada dois dias, até que se iniciaram as chuvas no dia 23 de agosto de 1985. A primeira irrigação foi efetuada a 19 de agosto de 1985. A partir dessa irrigação (dia zero), inclusive, foram feitas coletas do material vegetal a cada dois dias, no período da manhã, entre 7:30 e 11:30 h. As amostras de folhas constituíram-se de 20 discos de 0,01 m de diâmetro retirados das duas folhas que representavam cada tratamento. Também, para análise de carboidratos, as secções de ramos isoladas foram coletadas, divididas ao meio, separando-se as partes distal e proximal em regiões de aproximadamente 0,10 m, e os seis botões de cada

axila foliar foram retirados, totalizando 12 por amostra.

2.2. Quantificação de Carboidratos

Imediatamente após a coleta, o material vegetal foi imerso em solução aquosa de etanol 80% a quente. Já no laboratório, o extrato etanólico foi separado do material vegetal e guardado em câmara fria (a aproximadamente 5°C), para posterior utilização como solvente extrator da respectiva amostra, e o material vegetal foi mantido em estufa com ventilação forçada, a mais ou menos 70°C , por um mínimo de 72 h. Após a pesagem, o material seco foi conservado em congelador (a aproximadamente -15°C) até o período de análise.

A fim de examinar se a imersão do material em solução etanólica a quente paralizava as reações metabólicas, amostras foram tomadas do campo e transferidas para o laboratório onde parte foi tratada como acima descrito, atentando-se inclusive para tempos semelhantes ao período de transporte do material para o laboratório, e outra parte foi deixada em solução etanólica fervente por cinco minutos. Os resultados das análises dos carboidratos estudados mostraram que os dois tipos de procedimentos não forneceram resultados significativamente diferentes. Do mesmo modo, os resultados das determinações de carboidratos em material fresco não processado e em material tratado, conforme descrito para as amostras em estudo, não exibiram diferenças significativas.

Os açúcares solúveis foram extraídos de discos foliares e botões florais, através de maceração em almofariz com

solução etanólica 80% a quente. As secções de ramos foram processadas em moinho Willey, provido de peneira de 40 mesh, antes de extração alcoólica. Todo o conjunto (material vegetal e solução etanólica) foi transferido para tubos de centrífuga e centrifugado a 2000 x g, por 15 min. O sobrenadante foi transferido para balão de evaporação e o resíduo lavado com solução etanólica e centrifugado por mais duas vezes. Os sobrenadantes foram combinados em balão de evaporador e submetidos a evaporação rotativa a vácuo, a 45°C. O extrato aquoso assim obtido foi completado a volume conhecido e purificado com acetato de chumbo, cujo excesso foi retirado com oxalato de sódio, segundo recomendação de "Official Methods of Analyses of the AOAC" (1955). Do extrato purificado, alíquotas foram tomadas para determinação dos açúcares redutores, pelo método de Somogyi-Nelson e de açúcares solúveis totais por reação com antrona (HODGE *et* HODFREITER, 1962).

O resíduo das extrações alcoólicas foi tratado com água e ácido perclórico 52%, na proporção de 1:1,3 e centrifugado a 2000 x g, por três vezes, permitindo-se tempos de reação, anteriores à centrifugação, de 2 h, 12 h e 15 min para as três lavagens, respectivamente. Os sobrenadantes assim obtidos foram combinados e utilizados para quantificação de amido, pelo método de McCREADY *et alii* (1950), modificado por PATEL (1970).

A quantificação de açúcares solúveis totais e de amido, pela reação com antrona, foi feita alterando-se a concentração do reagente para 0,1% em H₂SO₄ 28N, e o volume adicionado a cada amostra para 5 ml. A curva padrão para determinação

espectrofotométrica dos açúcares e do amido foi preparada com D-glicose.

A validade da metodologia utilizada foi confirmada através da seqüência de passos acima descritas, para a quantificação de uma mistura de D-glicose, sacarose e amido quimicamente puros.

2.3. *Delineamento Experimental*

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, e os resultados foram analisados pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. *Crescimento dos Botões Florais e os Níveis de Carboidratos*

O estudo comparativo da evolução do acúmulo de matéria seca nos botões florais, nos vários tratamentos, mostrou que botões conectados a folhas cobertas exibiram acúmulo significativamente menor de matéria seca em relação àqueles conectados a folhas descobertas e a secções de ramos, com ou sem folhas. Observou-se ainda naquele tratamento, ao contrário dos demais, uma queda acentuada de flores aos quatro dias após a antese. A partir da antese, a matéria seca das flores de todos os tratamentos declinaram, sendo que esse declínio foi abrupto naquelas conectadas a folhas cobertas e a secções de ramos sem folhas, e mais gradual naquelas conectadas a folhas descobertas e a secções de ramos contendo folhas (Figura 2A).

O teor de amido nos botões seguiu um padrão semelhante para todos os tratamentos, com um período de acúmulo e

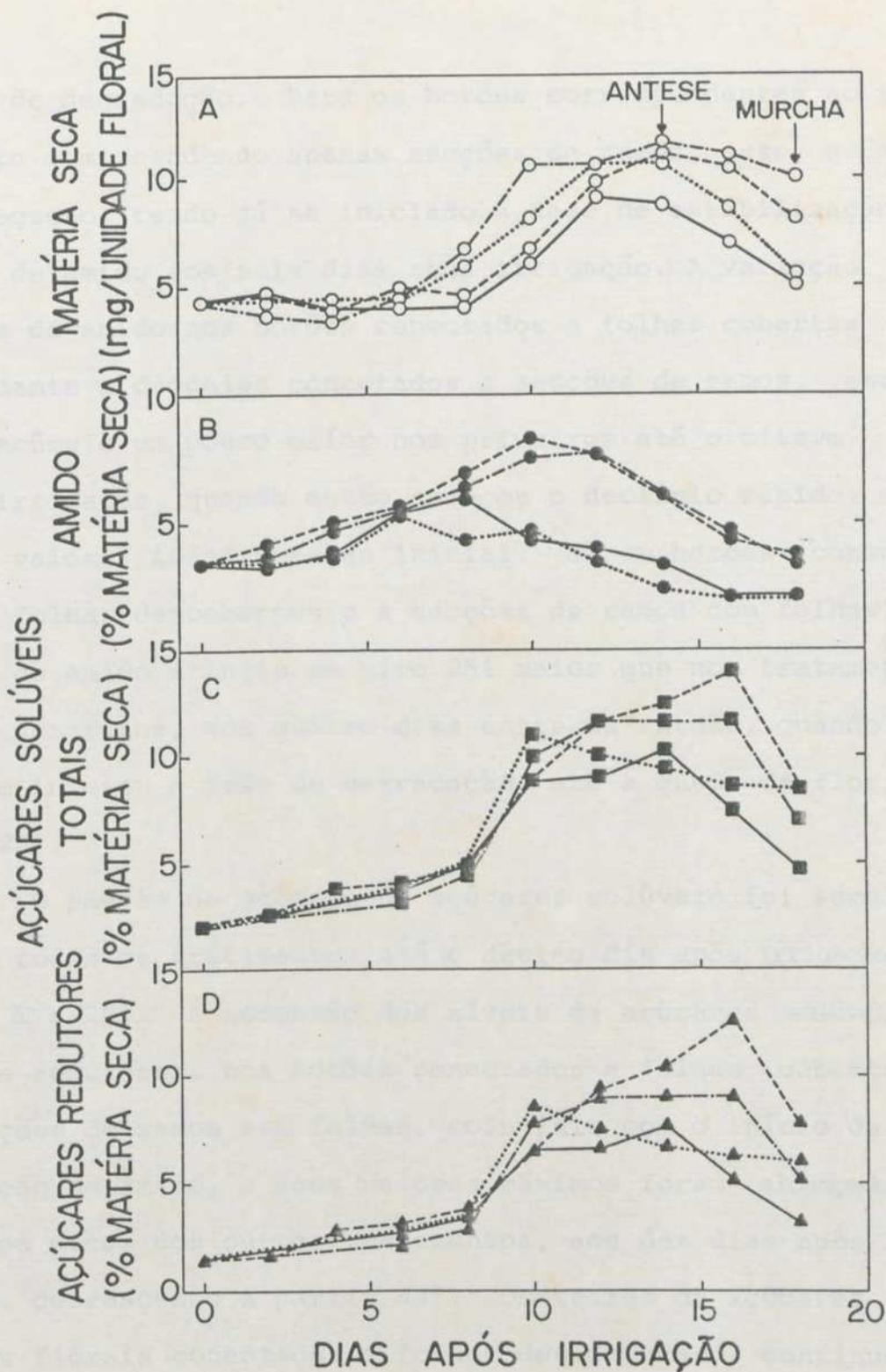


FIGURA 2 - Variação da Matéria Seca (A), dos Níveis de Amido (B), de Açúcares Solúveis Totais (C) e de Açúcares Redutores (D), em Botões Florais, cujas Fontes de Assimilados foram: Folhas Descobertas (---), Folhas Cobertas (—), Secção de Entrenós (.....) e Secções de Entrenós e Folhas Descobertas (-.-.-), após a Quebra da Dormência.

outro de degradação. Para os botões correspondentes ao tratamento compreendendo apenas secções de ramos, esse acúmulo foi pequeno, tendo já se iniciado a fase de estabilização do nível de amido aos seis dias após irrigação. A variação nos teores de amido nos botões conectados a folhas cobertas foi semelhante a daqueles conectados a secções de ramos, exceto pelo acúmulo um pouco maior nos primeiros até o oitavo dia após irrigação, quando então começou o declínio rápido, atingindo valores inferiores ao inicial. Já em botões conectados a folhas descobertas e a secções de ramos com folhas, o nível de amido atingiu um pico 25% maior que nos tratamentos acima descritos, aos quatro dias antes da antese, quando então se iniciou a fase de degradação, até a queda da flor (Figura 2B).

O padrão de acúmulo de açúcares solúveis foi semelhante em todos os tratamentos até o décimo dia após irrigação (Figuras 2C e 2D). A ascensão dos níveis de açúcares solúveis totais e redutores, nos botões conectados a folhas cobertas e a secções de ramos sem folhas, coincidiu com o início da degradação do amido, e seus valores máximos foram alcançados antes dos picos dos outros tratamentos, aos dez dias após irrigação, decrescendo a partir daí. Os teores de açúcares dos botões florais conectados a folhas descobertas continuaram aumentando até dois dias após a antese, enquanto que nos botões conectados a secções de ramos com folhas já tinham se estabilizado dois dias antes da abertura da flor. Nesses dois tratamentos, o decréscimo no teor de açúcares só se iniciou dois dias após a antese. Semelhantemente à matéria seca e aos

teores de amido, os botões conectados às folhas cobertas, seguidos pelos botões conectados às secções de ramos isoladas, apresentaram menor teor de açúcares que daqueles conectados às folhas descobertas e às secções de ramos com folhas (Figuras 2C e 2D).

3.2. *Níveis de Carboidratos em Folhas e em Ramos*

3.2.1. *Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas Descobertas*

Os teores de amido em folhas de nós, cujos botões florais foram ou não removidos, não apresentaram variações significativas entre si, até a abertura da flor (Figuras 3B e 3C). A partir da antese, os teores de amido nas folhas, de cujos nós os botões haviam sido removidos, tiveram um pequeno acréscimo, ficando ligeiramente acima daqueles encontrados no tratamento paralelo com botões florais.

Os açúcares solúveis nas folhas praticamente não variaram no período compreendido entre a quebra da dormência e a queda da flor, quer os botões dos respectivos nós tivessem sido removidos ou não (Figuras 3B e 3C).

O rápido crescimento dos botões e o aumento nos seus conteúdos de açúcares solúveis e de amido (Figura 3A) não foram seguidos de diminuição correspondente dos teores de carboidratos nas folhas, em cujas axilas permaneceram os botões florais (Figuras 3B e 3C).

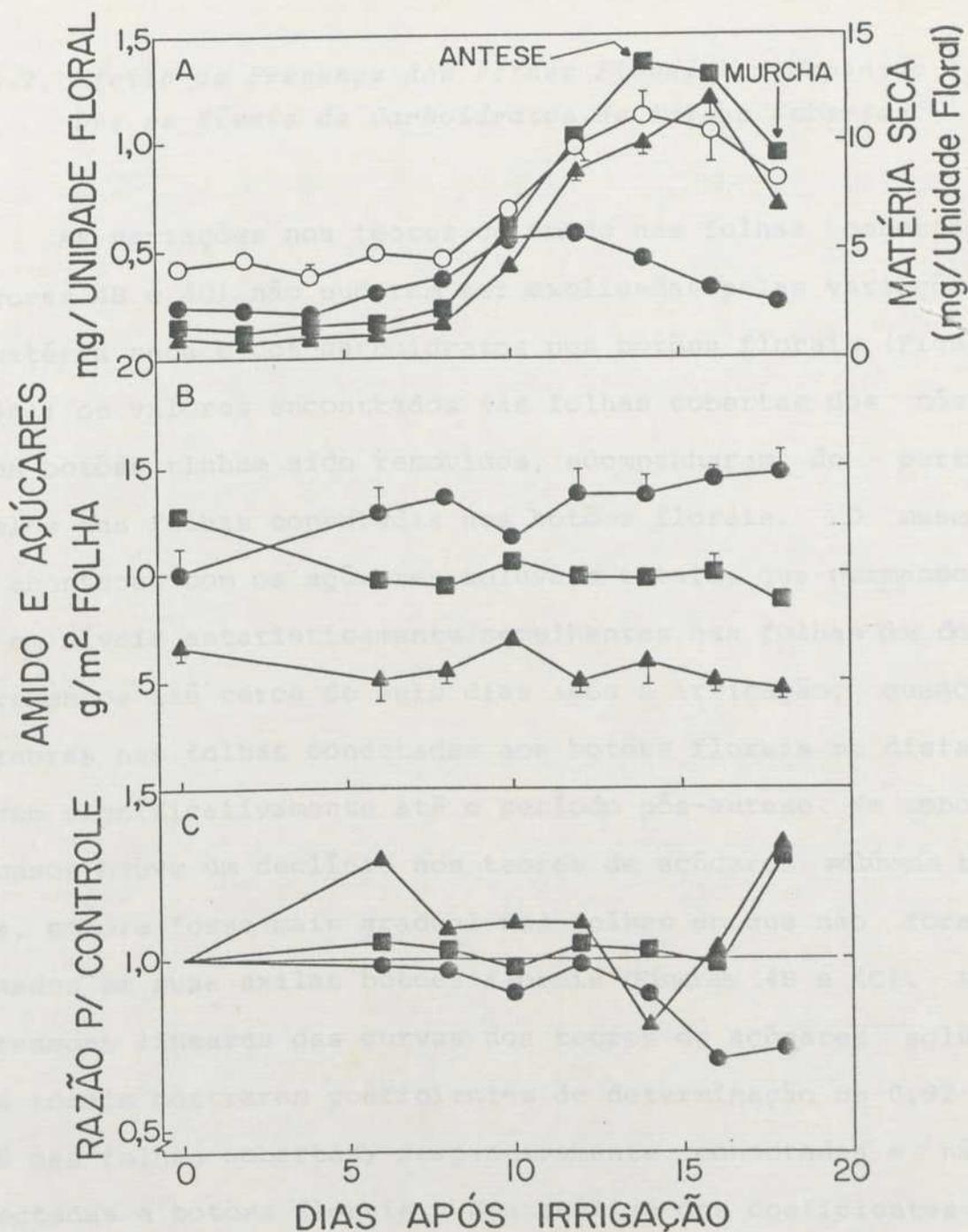


FIGURA 3 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) nas Folhas de Nós Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas aos Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B).

3.2.2. *Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas Cobertas*

As variações nos teores de amido nas folhas cobertas (Figuras 4B e 4C) não puderam ser explicadas pelas variações da matéria seca e dos carboidratos nos botões florais (Figura 4A); os valores encontrados nas folhas cobertas dos nós, cujos botões tinham sido removidos, acompanharam de perto aqueles das folhas conectadas aos botões florais. O mesmo não aconteceu com os açúcares solúveis totais, que permaneceram em níveis estatisticamente semelhantes nas folhas dos dois tratamentos até cerca de seis dias após a irrigação, quando os teores nas folhas conectadas aos botões florais se distanciaram significativamente até o período pós-antese. Em ambos os casos houve um declínio nos teores de açúcares solúveis totais, embora fosse mais gradual nas folhas em que não foram deixados em suas axilas botões florais (Figuras 4B e 4C). As regressões lineares das curvas dos teores de açúcares solúveis totais mostraram coeficientes de determinação de 0,92 e 0,96 nas folhas cobertas, respectivamente conectadas e não conectadas a botões florais. Uma análise dos coeficientes angulares das duas regressões pela distribuição "t" de Student, segundo STEEL *et* TORRIE (1980), acusou uma diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as duas retas. Isso equivale a dizer que nas folhas que não tiveram os botões removidos de suas axilas, os teores de açúcares solúveis totais foram estatisticamente menores que daquelas não conectadas aos botões florais.

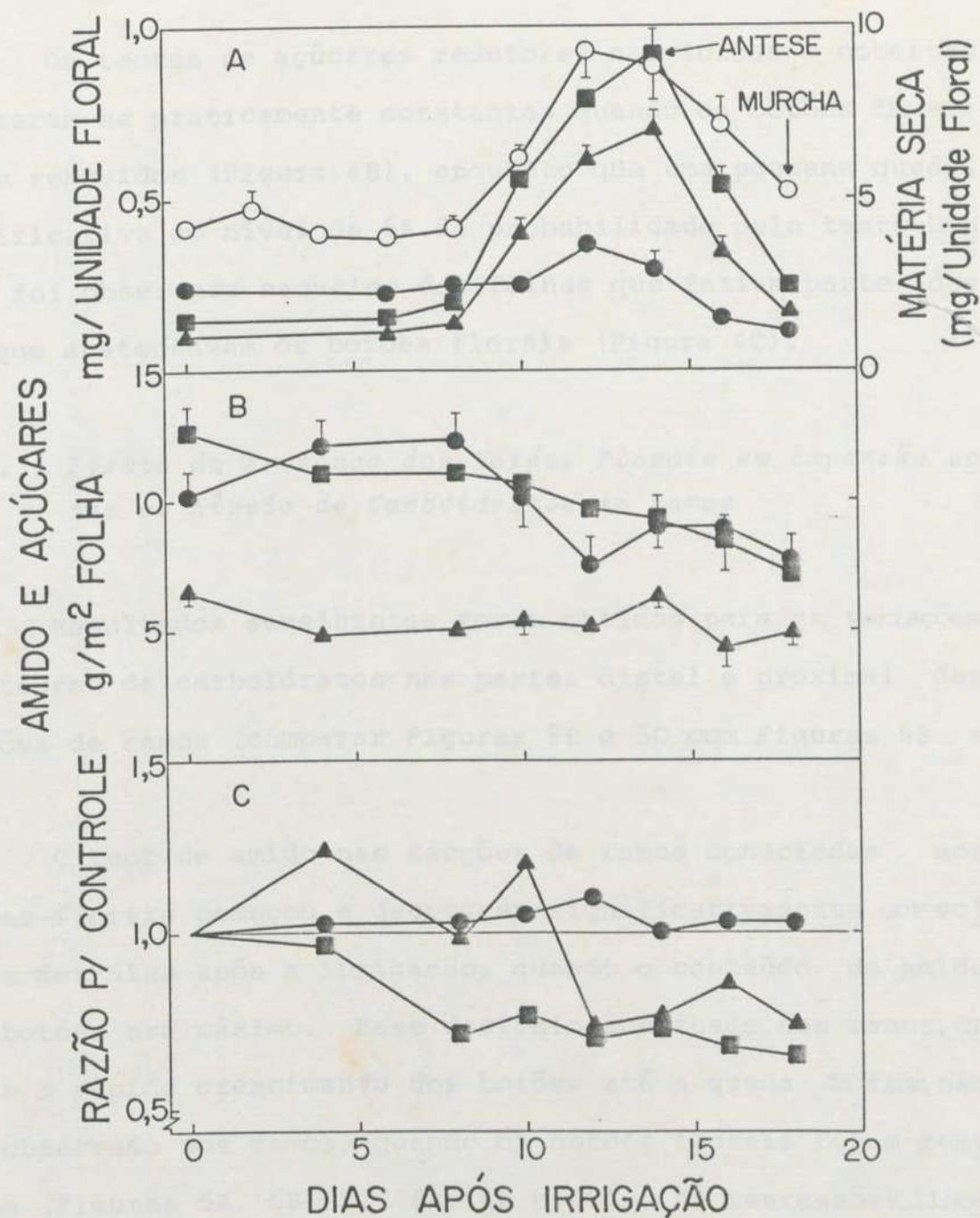


FIGURA 4 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) nas Folhas Cobertas de Nós Isolados sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B). A Última Coleta Mostra Dados de Apenas Duas Repetições.

Os teores de açúcares redutores nas folhas cobertas mostraram-se praticamente constantes quando os botões florais foram removidos (Figura 4B), enquanto que uma pequena queda, significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Duncan, foi observada naqueles das folhas que faziam parte dos nós que sustentavam os botões florais (Figura 4C).

3.2.3. *Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos em Ramos*

Resultados semelhantes foram obtidos para as variações nos teores de carboidratos nas partes distal e proximal das secções de ramos (comparar Figuras 5B e 5C com Figuras 6B e 6C).

O teor de amido nas secções de ramos conectadas aos botões florais começou a decrescer significativamente por volta de dez dias após a irrigação, quando o conteúdo de amido nos botões era máximo. Esse declínio acentuado nos ramos, durante o rápido crescimento dos botões até a queda da flor, não foi observado nos ramos, quando os botões florais foram removidos (Figuras 5A, 5B, 5C, 6A, 6B e 6C). As regressões lineares das curvas dos teores de amido em ramos conectados aos botões mostraram coeficientes de determinação de 0,79 e 0,92 para as partes distal e proximal, respectivamente. Para ramos não conectados aos botões, os coeficientes foram relativamente baixos; 0,41 para a parte distal e 0,67 para a proximal.

Dos açúcares solúveis, apenas os redutores diminuíram

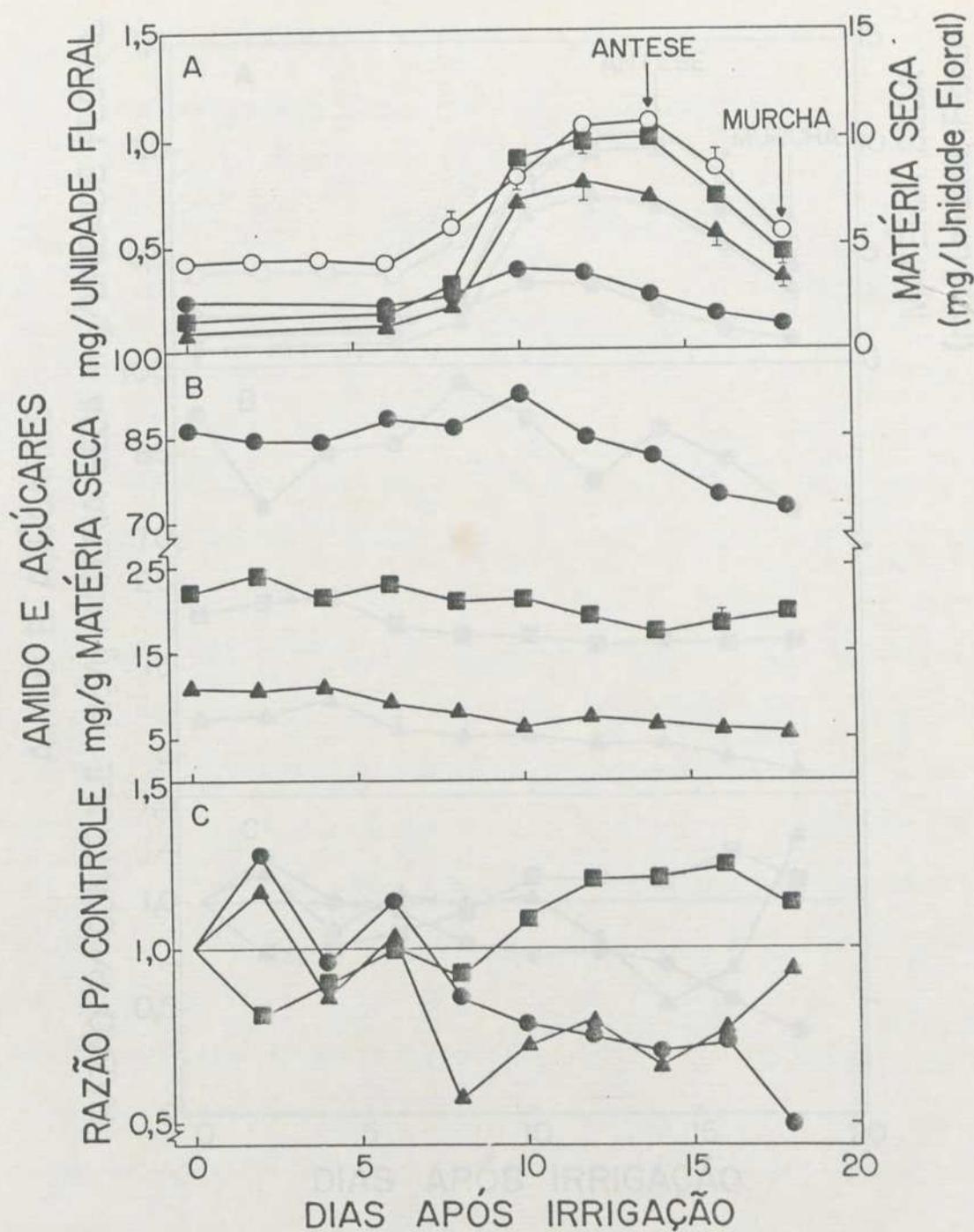


FIGURA 5 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Distal de Secções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B).

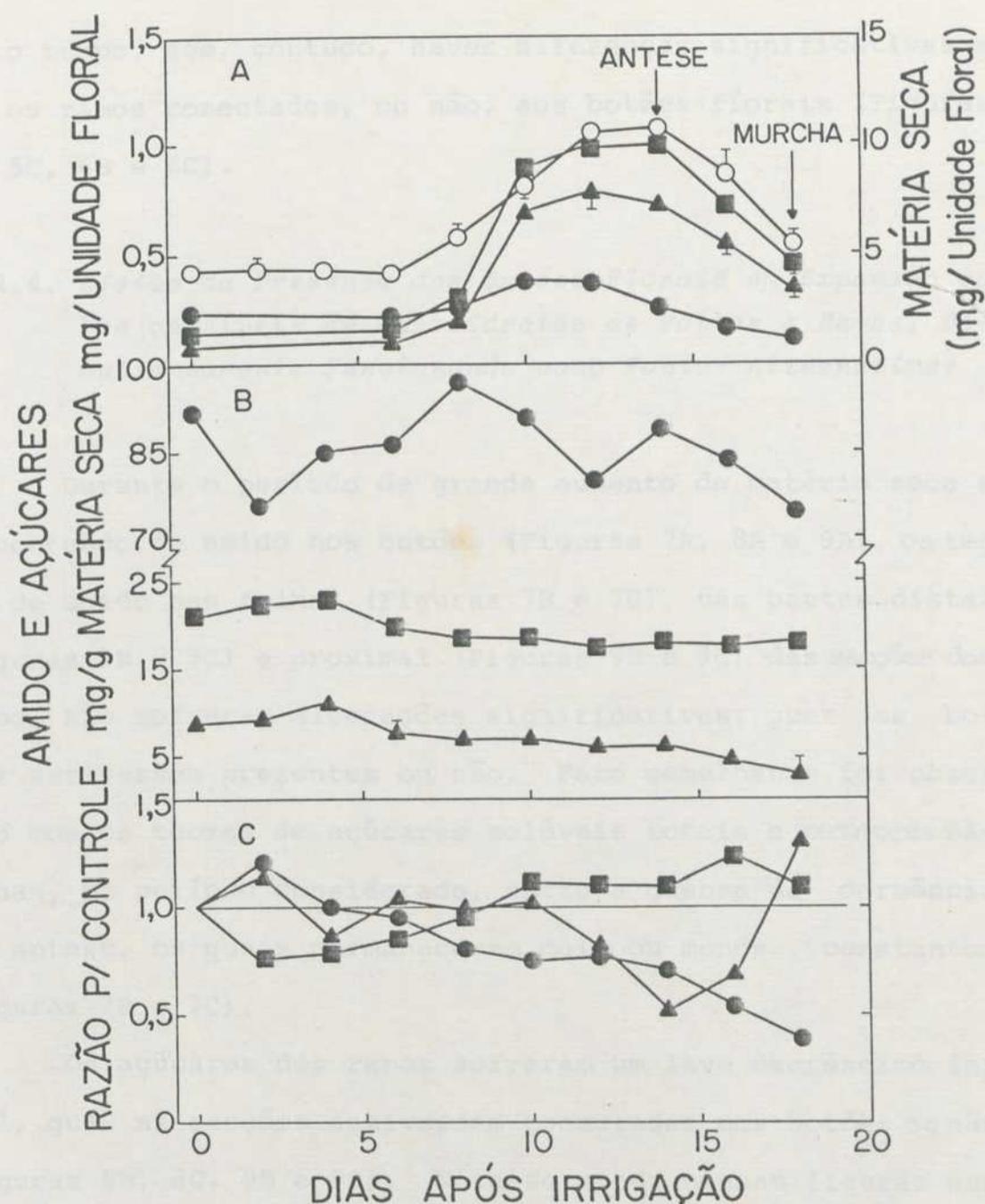


FIGURA 6 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B), na Parte Proximal de Secções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B).

com o tempo, sem, contudo, haver diferenças significativas entre os ramos conectados, ou não, aos botões florais (Figuras 5B, 5C, 6B e 6C).

3.2.4. *Efeito da Presença dos Botões Florais em Expansão sobre os Níveis de Carboidratos de Folhas e Ramos, Simultaneamente Funcionando como Fontes Alternativas*

Durante o período de grande aumento da matéria seca e do conteúdo de amido nos botões (Figuras 7A, 8A e 9A), os teores de amido nas folhas (Figuras 7B e 7C), nas partes distal (Figuras 8B e 8C) e proximal (Figuras 9B e 9C) das secções dos ramos, não sofreram alterações significativas, quer os botões estivessem presentes ou não. Fato semelhante foi observado com os teores de açúcares solúveis totais e redutores nas folhas, no período considerado, entre a quebra da dormência e a antese, os quais permaneceram mais ou menos constantes (Figuras 7B e 7C).

Os açúcares dos ramos sofreram um leve decréscimo inicial, quer as secções estivessem conectadas aos botões ou não (Figuras 8B, 8C, 9B e 9C). Nota-se ainda nessas figuras que os açúcares redutores se estabilizaram, a partir do sexto dia após a irrigação, em valores inferiores aos iniciais, até após a antese. Já os açúcares solúveis totais recuperaram seus teores iniciais, tendo sido mais rápida essa recuperação nos ramos onde os botões estavam ausentes.

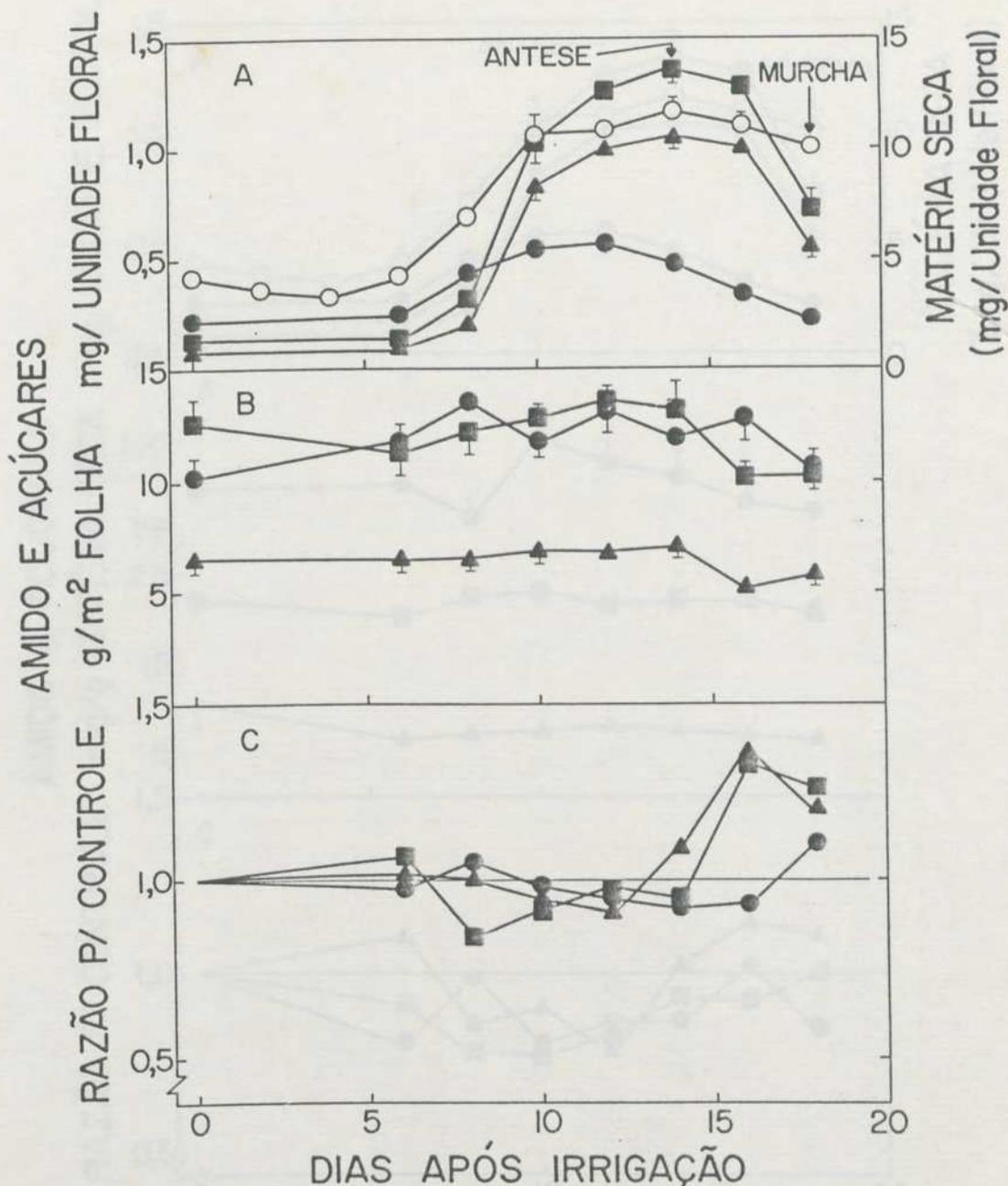


FIGURA 7 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B), em Folhas de Seções de Ramos Isoladas sem Botões Florais (Controle) e em Folhas Conectadas a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Folhas sem Botões (Controle B).

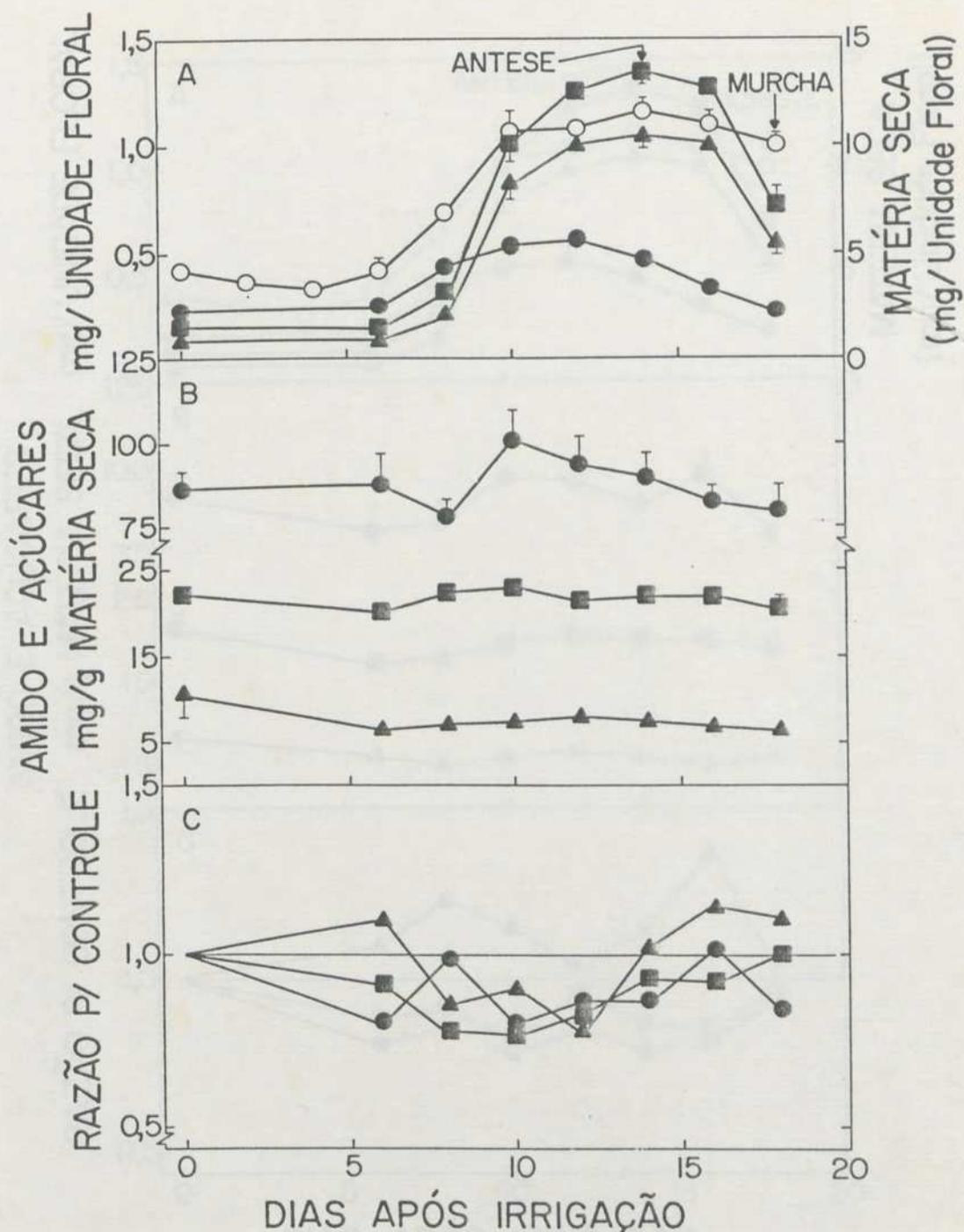


FIGURA 8 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Distal de Secções de Ramos Isoladas com Folhas e Sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Folhas e a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B).

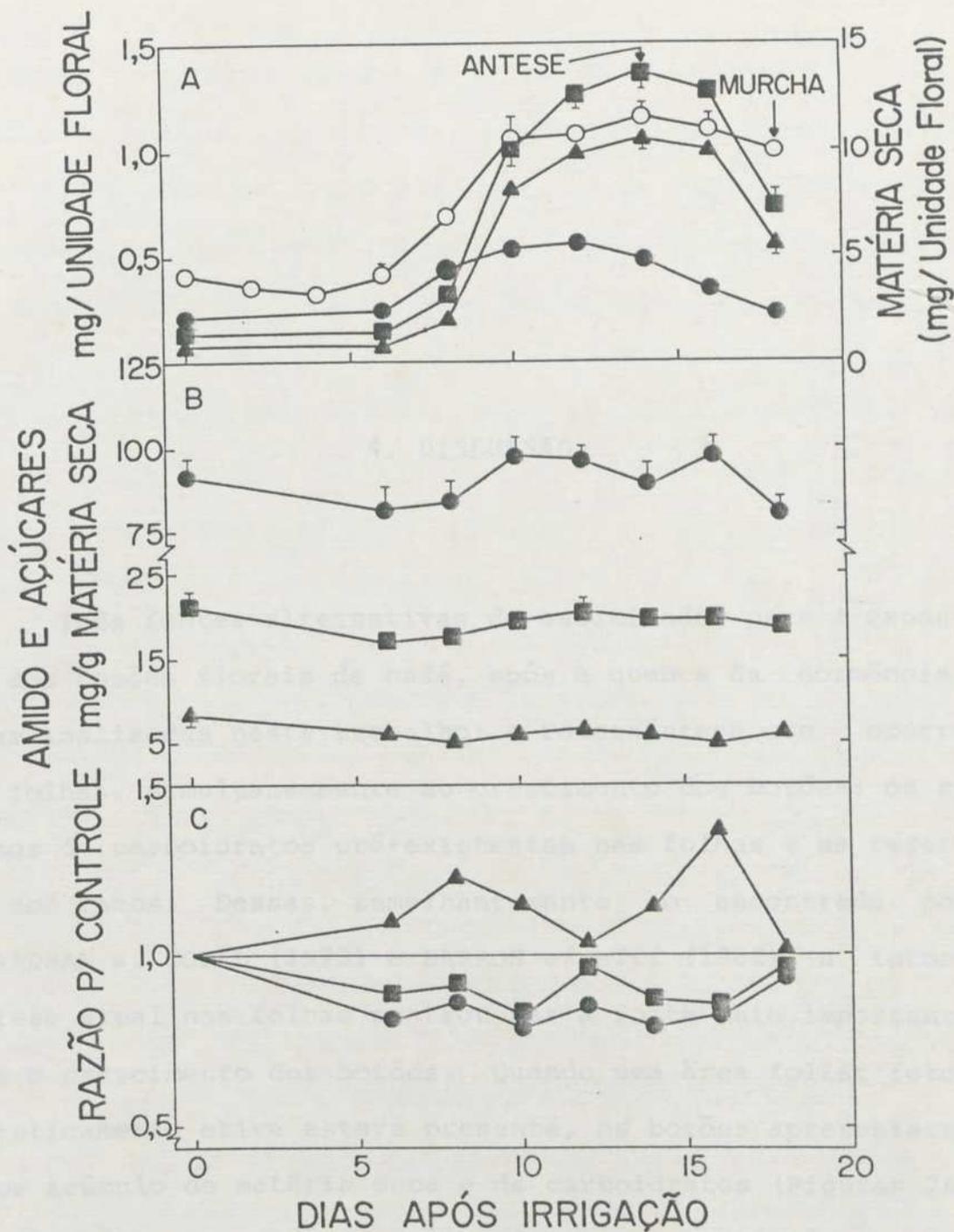


FIGURA 9 - Variação da Matéria Seca (o), do Conteúdo de Amido (●), Açúcares Solúveis Totais (■) e Açúcares Redutores (▲), na Unidade Floral (A), e dos Teores de Amido e de Açúcares (B) na Parte Proximal de Secções de Ramos Isoladas com Folhas e sem Botões Florais (Controle) e em Secções de Ramos Conectadas a Folhas e a Botões (C) após a Irrigação das Plantas. Os Valores em C são Representados em Relação aos Teores das Secções sem Botões (Controle B).

4. DISCUSSÃO

Três fontes alternativas de assimilados para a expansão dos botões florais de café, após a quebra da dormência, foram analisadas neste trabalho: a fotossíntese que ocorre nas folhas, simultaneamente ao crescimento dos botões; os recursos de carboidratos pré-existentes nas folhas e as reservas nos ramos. Dessas, semelhantemente ao encontrado por JANARDHAN *et* GOPAL (1973) e BARROS *et alii* (1982), a fotossíntese atual nas folhas mostrou ser a fonte mais importante para o crescimento dos botões. Quando uma área foliar fotosinteticamente ativa estava presente, os botões apresentaram maior acúmulo de matéria seca e de carboidratos (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D), com diferença significativa em relação aos conectados a folhas cobertas e a secções de ramos isoladas. Isso é ainda corroborado pelo fato de que botões conectados simultaneamente a folhas e a ramos drenaram, preferencialmente, assimilados que estavam sendo produzidos nas folhas, concomitantemente aos seus crescimentos. Foi também observado neste caso que os níveis de carboidratos nas folhas

(Figuras 7B e 7C) e nos ramos (Figuras 8B, 8C, 9B e 9C) permaneceram mais ou menos estáveis, no período compreendido entre a quebra da dormência e a abertura da flor, o mesmo ocorrendo com os botões conectados somente a folhas descobertas (Figuras 3B e 3C). Nesses dois tratamentos que caracterizam um sistema aberto, onde o fornecimento de carboidratos é contínuo (fotossíntese atual), os teores de carboidratos nas folhas e nos ramos e a expansão dos botões florais mostraram ser variáveis independentes; isso explica a razão de os níveis de carboidratos nas folhas (Figuras 3B, 3C, 7B e 7C) não diferirem estatisticamente, quer os botões fossem deixados ou removidos dos respectivos nós. As variações encontradas são devidas, portanto, ao acaso e/ou diferentes taxas de fixação de gás carbônico pelas folhas, o que dependeria do microclima em torno delas. Semelhantemente, GOPAL *et alii* (1975) não encontraram qualquer relação entre os teores de amido nas folhas e o crescimento dos botões florais. Pode-se também inferir que o sistema aberto estava operando pelo fato de que ramos conectados a folhas descobertas (Figuras 8 e 9) apresentam níveis superiores de reservas, quando comparados àqueles não conectados, em sistema fechado (Figuras 4 e 5). Diferentemente do que ocorre com os frutos em expansão e drenagem de assimilados para os pontos de crescimento vegetativo (CARVALHO, 1985), o botão floral em crescimento não exaure completamente os carboidratos das folhas ou dos ramos, valendo-se, principalmente, da fotossíntese atual para o seu desenvolvimento. Em resumo, o poder mobilizador do fruto e dos pontos de crescimento parece ser maior que o do

botão floral em expansão. Entretanto, as reservas dos ramos e os recursos de carboidratos pré-existentes nas folhas estão disponíveis para o crescimento dos botões, na ausência de área foliar fotossinteticamente ativa. Dessas duas fontes de assimilados para o crescimento dos botões florais, as reservas dos ramos parecem ser mais importantes; botões conectados a secções de ramos tiveram um maior acúmulo de matéria seca (Figura 2A) e a porcentagem de flores caídas foi menor que em botões conectados a folhas cobertas (dados não mostrados). As folhas envoltas em papel de face dupla, e conseqüentemente, impedidas de realizar fotossíntese, pareceram haver investido grande parte dos seus recursos de amido apenas em respiração e outros processos metabólicos, onde energia química é requerida. Pode-se notar, nas Figuras 4B e 4C, que os teores de amido decresceram nas folhas cobertas não conectadas a botões florais, tanto quanto naquelas conectadas. Deve-se ressaltar entretanto, que a cobertura pode ter interferido nos resultados, provocando, por exemplo, aumento da temperatura na folha, aumento da síntese de etileno e conseqüente aceleração da senescência foliar e outros efeitos mais que alterariam as rotas metabólicas. Já os teores de açúcares solúveis totais em folhas cobertas (Figuras 4B e 4C), além de mostrarem uma alta correlação com o desenvolvimento dos botões, tiveram uma queda mais acentuada nas folhas conectadas a botões florais, em relação àquelas não conectadas. Contudo, essa diferença nos teores de açúcares solúveis totais, nas folhas dos dois tratamentos que caracterizam um sistema fechado, foi relativamente pequena e talvez explique porque

os botões não crescem tanto e caem prematuramente, quando com parados aos botões conectados a secções de ramos.

Parece que as folhas cobertas (Figuras 4B e 4C) mantêm uma certa resistência à mobilização de carboidratos, pelos botões. Nas folhas, o carbono fixado é destinado à síntese de amido, transitoriamente acumulado como sacarose, ou liberado das células do mesófilo para exportação (WYSE *et alii*, 1985). Recentemente, tem sido proposto um número de mecanismos a nível bioquímico e molecular para a regulação da partição de carbono fixado para síntese de sacarose ou de amido (DOEHLERT *et alii*, 1983; HUBER *et alii*, 1984; BLACK *et alii*, 1985; HUBER *et alii*, 1985 e STITT, 1985). Esses processos reguladores coordenariam a taxa de síntese de sacarose com a taxa de assimilação de carbono e controlariam o acúmulo de sacarose nas folhas e sua síntese, permitindo a síntese de amido mesmo na presença de rápida síntese e uso de sacarose (FONDY *et alii*, 1985). Esta coordenação garantiria a não ocorrência de depleção de metabólitos no interior dos plastídios e para isto, uma regulação na rota de formação de sacarose seria requerida, a qual pareceria exercer um importante papel na regulação da exportação de assimilados das folhas (HUBER *et alii*, 1985). Quanto a folhas descobertas (Figuras 3B, 3C, 7B e 7C), a sacarose exportada para os botões poderia estar se originando diretamente da fotossíntese atual e/ou da mobilização do amido, cujo nível seria mantido num estado estacionário pelo carbono fixado simultaneamente ao crescimento dos botões. Para se ter um conhecimento mais definitivo sobre a mobilização de carboidratos, estudos futuros

deverão ser realizados, envolvendo a cinética de acúmulo, de gradação e transporte dos carboidratos das folhas, bem como sua compartimentação nas células. O emprego de isótopos radioativos, por exemplo, poderá definir se materiais acumulados são mobilizados e também se na contribuição da fotossíntese atual para a expansão dos botões florais há um acúmulo prévio de amido e/ou a sacarose é logo exportada.

Nas secções de ramos conectadas a botões florais (sistema fechado), os altos coeficientes de determinação dos teores de amido com o desenvolvimento dos botões, tanto na parte distal como na proximal, indicaram a dependência da expansão dos botões do nível de carboidratos nos ramos. A capacidade de mobilização das reservas dos ramos pelos botões pode ir além de um entrenó, o que explicaria a razão de botões florais abrirem-se mesmo em ramos desfolhados (ALVIM, 1958; BROWNING, 1973). Em plantas jovens desfolhadas, parece que não ocorre abertura dos botões florais (BARROS *et alii*, 1982) e isso pode dever-se aos baixos teores de amido em seus ramos comparados a ramos de plantas adultas ($18,8 \pm 2,2$ e $25,5 \pm 3,2$ mg/g MS em plantas jovens e adultas, dados não apresentados). Assim, enquanto em plantas jovens a fotossíntese atual é a principal fonte de assimilados para a retomada de crescimento dos botões (BARROS *et alii*, 1982), o nível de amido em ramos de plantas adultas parece ser bastante para sustentar a expansão dos botões florais após a quebra da dormência. Todavia, embora os botões fossem capazes de mobilizar as reservas dos ramos (Figuras 4B e 4C), a contribuição de um entrenó parece ser limitada pelo seu baixo teor de reservas (COOIL,

1954). A propósito, MES (1957) observou que o material de reserva de um nó mais um entrenó foi suficiente apenas para o crescimento limitado dos botões, e estes não atingiram a antese. Considerando-se a planta toda, porém, as reservas de carboidratos assumiriam maior importância e explicariam porque muitas plantas lenhosas abrem suas flores numa certa época, quando estão inteiramente despidas de folhas.

A importância dos níveis de carboidratos de reservas nos ramos de *Coffea arabica* L. para o desenvolvimento uniforme do botão floral e sua abertura em flores normais foi destacada por GOPAL *et alii* (1975). Esses autores encontraram correlação positiva entre a porcentagem de flores abertas e o nível de amido nos ramos. Segundo JANARDHAN *et alii* (1971), reservas de carboidratos, particularmente, têm essencial importância na diferenciação de botões florais, no desenvolvimento e estabelecimento do fruto, no crescimento de novos brotos e também na manutenção do vigor das plantas de café arábico. Entretanto, apenas o amido de reserva parece não ser suficiente sequer para suprir a demanda do crescimento vegetativo, por mais de sete semanas a partir da retomada do crescimento (WORMER, 1965). Nos anos em que a floração dos cafezais ocorre com os cafeeiros pouco enfolhados, as perspectivas são de baixo pegamento da florada (ALMEIDA *et alii*, 1976). A expansão dos frutos, o crescimento e a formação de novas folhas e a deposição de reservas num ramo frutífero dependem da área foliar ativa na produção de carboidratos e da sua taxa fotossintética (HUXLEY *et* CANNELL, 1970), corroborando o papel da fotossíntese na expansão dos botões. O

cafeeiro consegue sustentar sua produção de frutos, não porque acumulou reservas no período anterior, mas, principalmente, porque desenvolveu e manteve uma superfície foliar fotossinteticamente ativa, adequada às exigências de sua produção de frutos (CARVALHO, 1985). Assim, é possível que o importante para a produção não sejam os carboidratos de reserva dos ramos ou os recursos de carboidratos das folhas, os quais são rapidamente esgotados pelos "chumbinhos" e folhas jovens em crescimento (CARVALHO *et alii*, 1984), mas sim a capacidade fotossintética atual da planta. As reservas, portanto, seriam importantes no suprimento inicial de nutrientes orgânicos, até que uma área fotossintética apreciável se estabeleça e não para a manutenção do processo de crescimento total. No que diz respeito aos botões florais, esses não exaurem completamente os carboidratos das folhas (Figuras 3B, 3C, 7B e 7C) ou dos ramos (Figuras 8B, 8C, 9C e 9D), quando estão conectados a folhas em atividade fotossintética. E, na ausência dessas últimas, há uma queda relativamente pequena no teor de carboidratos dos ramos (Figuras 5B, 5C, 6B e 6C) e das folhas cobertas (Figuras 4B e 4C) conectados aos botões, em relação aos não conectados. Daí o baixo poder mobilizador dos botões florais.

A importância da disponibilidade de carboidratos para a produção em café já foi realçada por NUTMAN (1937), em seus trabalhos pioneiros sobre fotossíntese associada ao sombreamento nessa cultura. Tem-se sugerido que o ciclo bienal de produção do cafeeiro pode ser previsto em função da quantidade de carboidratos em reserva nas raízes (NAVARRETE, 1964) ou

na parte aérea (COOIL, 1954). Os carboidratos mobilizados pelos frutos em crescimento provêm das folhas, raízes e folhas novas (CANNELL, 1976), e os próprios frutos podem contribuir em pequena proporção para a sua demanda de assimilados (CANNELL, 1971). Os frutos são drenos prioritários e, apesar de sua capacidade de mobilização ser fraca inicialmente, semelhantemente ao que ocorre com os botões florais (Figuras 3C, 4B e 4C), torna-se quase que exclusiva nas fases mais avançadas de crescimento (CANNELL *et* HUXLEY, 1969; CARVALHO, 1985). Ramos frutíferos são capazes de importar carboidratos de ramos sem frutos, durante todo período de crescimento dos frutos (CANNELL, 1971). Ramos laterais podem fornecer quantidades substanciais de matéria seca para o crescimento dos frutos, especialmente quando há muitos frutos nos ramos frutíferos (CANNELL, 1970). Botões florais, embora drenos relativamente fracos, também mobilizam carboidratos a grandes distâncias (Figuras 6B e 6C) (BARROS *et alii*, 1982).

Em plantas perenes, as reservas de carboidratos são grandemente afetadas pela produção bienal de frutos (KOZLOWSKI *et* KELLER, 1966). Já se detectou em raízes de café uma exaustão de carboidratos de reserva em ano de superprodução, o que reduziria acentuadamente a produção posterior (PRIESTLEY, 1962). NUTMAN (1933), BURDEKIN *et* BAKER (1964), CANNELL (1976), KUMAR (1979), RENA *et alii* (1983) e CARVALHO *et alii* (1984) detectaram uma relação entre a superprodução de frutos e a morte de ramos ou raízes. Em plantas jovens, onde a razão entre folhas e frutos normalmente é menor que em plantas adultas (CORREA *et alii*, 1984), verifica-se a

tendência de ocorrer a seca de ramos como consequência da superprodução de frutos. Portanto, a razão área foliar/número de frutos deve ser mantida dentro de limites fisiologicamente adequados. Apesar das evidências de que a presença de frutos em crescimento estimula sensivelmente a fotossíntese (CANNELL, 1976), o crescimento vegetativo, com a formação de novas folhas, reduz-se grandemente (CANNELL, 1971). Essa redução tem o duplo efeito de limitar o número de nós produtivos para o ano seguinte e de limitar a área foliar e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética do ano em curso e do ano seguinte (COOIL, 1954). E, a capacidade fotossintética desenvolvida é de particular importância para a produção do cafeeiro arábico, uma vez que a fotossíntese atual, com base nos resultados obtidos neste estudo e nas informações da literatura, é a fonte da maior parte dos assimilados para os crescimentos vegetativo e reprodutivo, a despeito da disponibilidade de carboidratos pré-existentes nas folhas e armazenados nos ramos.

diversas as açúcares solúveis, as folhas cobertas e os ramos, em condições de repouso. A queda de açúcar de ramos foi observada tanto em regiões descobertas do botão, por outro lado, desde que a contribuição das folhas cobertas foi relativamente pequena, botões conectados a estas fontes cresceram menos, em relação a botões conectados a outras fontes, e daí-
 ram expandir-se.

5. CONCLUSÕES

Quando folhas descobertas e botões de entrada foram descobertos, simultaneamente, como fonte de assimilados para a expansão dos botões florais, apenas a fotossíntese atual nos

Das três fontes alternativas potencialmente fornecedoras de assimilados para a expansão dos botões florais de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Amarelo, após a quebra da dormência (a fotossíntese que ocorre nas folhas concomitantemente à expansão, os recursos de carboidratos pré-existent nas folhas e as reservas dos ramos), a fotossíntese atual nas folhas mostrou ser a fonte mais importante de suprimento de carboidratos. Os níveis de carboidratos em folhas descobertas não mostraram qualquer correlação com a expansão dos botões, desde que a fotossíntese atual constitui uma fonte aberta de suprimento de assimilados. Daí as variações nos níveis de carboidratos em folhas descobertas, suprimindo assimilados para os botões, parecerem ser aleatórias e independentes da expansão das estruturas florais.

Quando botões florais foram conectados a sistemas fechados de fornecimento de assimilados, altas correlações foram observadas entre a expansão dos botões e a depressão nos

níveis de açúcares solúveis, em folhas cobertas, e de amido, em secções de ramos. A queda do teor de amido em ramos foi observada mesmo em regiões distantes do botão. Por outro lado, desde que a contribuição das folhas cobertas foi relativamente pequena, botões conectados a estas fontes cresceram menos, em relação a botões conectados a outras fontes, e caíram precocemente.

Quando folhas descobertas e regiões de entrenós foram deixados, simultaneamente, como fonte de assimilados para a expansão dos botões florais, apenas a fotossíntese atual mostrou-se como fonte fornecedora de assimilados.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, S.R.; MATTIELLO, J.B.; FRANCO, C.M. 1976. Influência do enfolhamento sobre o pegamento da florada e a frutificação do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4, Caxambú. Resumos... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p. 268-269.
- ALVIM, P. de T. 1958. Estímulo de la floración y frutificación del cafeto por aspersiones con ácido giberélico. *Turrialba*, 8: 64-72.
- BARROS, R.S. et MAESTRI, M. 1978. Floração do café - uma revisão. *Rev. Ceres*, 25: 467-479.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; COONS, M.P. 1978. The physiology of flowering in coffee: a review. *J. Coffee Res.*, 8: 29-73.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; MOREIRA, R.C. 1982. Sources of assimilates for expanding flowers buds of coffee. *Turrialba*, 32: 371-377.
- BLACK, C.C.; CARNAL, N.W.; PAZ, N. 1985. Roles of pyrophosphate and fructose-2,6-bisphosphate in regulating plant sugar metabolism. In: *Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissue*. R.L. HEATH and J. PREISS (eds.). Proceedings of the Eighth Annual Symposium in Plant Physiology. 1985. University of California, Riverside, ASSP. p. 45-62.

- BROWNING, G. 1973a. Flower bud dormancy in *Coffea arabica* L. I. Studies of gibberellin in flower and xylem sap and of abscisic acid in flower buds in relation to dormancy release. *J. Hort. Sci.*, 48: 29-41.
- BROWNING, G. 1973b. Flower dormancy in *Coffea arabica* L. II. Relation of cytokinins in xylem sap and flower buds dormancy release. *J. Hort. Sci.*, 48: 297-310.
- BURDEKIN, D.A. et BAKER, R.M. 1964. "Lyamungu dieback" of arabica coffee in Tanganyika. II. Relation of starch reserves to "Lyamungu dieback". *Ann. Appl. Biol.*, 54: 107-113.
- CANNELL, M.G.R. 1970. The contribution of carbohydrates from vegetative laterals to the growth of fruits on the bearing branches of *Coffea arabica* L. *Turrialba*, 20: 15-19.
- CANNELL, M.G.R. 1971. Production and distribution of dry matter in trees of *Coffea arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. *Ann. Appl. Biol.*, 67: 99-120.
- CANNELL, M.G.R. 1976. Crop physiological aspects of coffee bean yield. *Kenya Coffee*, 41: 245-253.
- CANNELL, M.G.R. et HUXLEY, P.A. 1969. Seasonal differences in the pattern of assimilates movement in branches of *Coffea arabica* L. *Ann. Appl. Biol.*, 64: 345-357.
- CARVALHO, C.H.S. 1985. *Relação entre a seca de ramos e a produção, teor de minerais, teor de amido e morte de raízes da progênie de Catimor UFV-1359 (Coffea arabica L.)*. Univ. Fed. de Viçosa, 43 p. (Tese M.S.).
- CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A. 1984a. Correlação entre o nível de produção e os teores de minerais e amido com o depauperamento de Catimor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina. Anais... Rio de Janeiro, MIC/IBC. 1984. p. 232-235.
- CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A. 1984b. Estudo do crescimento radicular mediante o uso de "observatórios radiculares", e da seca de ramos no Catimor e no Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina. Anais... Rio de Janeiro, MIC/IBC. 1984. p. 200-203.

- COOIL, B.J. 1954. Leaf composition in relation to growth and yield of coffee in Kona. Kona, Hawaii. *Coffee Inf. Exch.* 13 p.
- CORREA, J.B.; GARCIA, A.W.R.; COSTA, P.C. 1984. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, Anais... Rio de Janeiro, MIC/IBC. 1984. p. 174-176.
- CROOPE, S.M.S.; FREDERICO, D.; MAESTRI, M.; SANT'ANNA, R. 1970. Variações no conteúdo de amido e açúcares nas corolas de café (*Coffea arabica* L.) durante a floração. *Rev. Ceres*, 17: 217-226.
- DOEHLERT, D.C. et HUBER, S.C. 1983. Regulation of spinach leaf sucrose phosphate synthase by glucose-6-phosphate, inorganic phosphate and pH. *Plant Physiol.*, 73: 989-994.
- FONDY, B.R. et GEIGER, D.R. 1985. Diurnal changes in carbon allocation: Morning. In: *Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissue*. R.L. HEATH and J. PREISS (eds.). Proceedings of the Eighth Annual Symposium in Plant Physiology. 1985. University of California, Riverside, ASPP. p. 358-361.
- FREDERICO, D. et MAESTRI, M. 1970. Ciclo de crescimento dos botões florais de café. *Rev. Ceres*, 17: 171-181.
- GOPAL, N.H.; VENKATARAMANAN, D.; RAJU, K.I. 1975. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. II. Changes in water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower buds during enlargement and anthesis. *Turrialba*, 25: 29-36.
- GOPAL, N.H.; RAJU, K.I.; VENKATARAMANAN, D.; JANARDHAN, K.V. 1975. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. III. Flowering in relation to foliage and root starch. *Turrialba*, 25: 239-242.
- GOPAL, N.H. et RAJU, K.I. 1978. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. VIII. Number of flower buds in relation to wood starch of cropping branches. *Turrialba*, 28: 311-313.
- GOPAL, N.H. et VASUDEVA, N. 1973. Physiological studies on flowering in arabica coffee under South Indian conditions. I. Growth of flower buds and flowering. *Turrialba*, 23: 146-153.

- HODGE, J.E. *et* HOFREITER, B.R. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates. *In: Methods in carbohydrate chemistry*. R.L. WILSTER and M.L. WOLFROM (eds.). New York, Academic Press. Vol. I. p. 380-394.
- HUBER, S.C. *et* BICKETT, D.M. 1984. Evidence for control of carbon partitioning by fructose-2-6-bisphosphate in spinach leaves. *Plant Physiol.*, 74: 445-447.
- HUBER, S.C.; KERR, P.S.; KALT-TORRES, W. 1985. Regulation of sucrose formation and movement. *In: Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissue*. R.L. HEATH *et* J. PREISS (eds.). Proceedings of the Eighth Annual Symposium in Plant Physiology. 1985. University of California, Riverside, ASPP. p. 199-214.
- HUXLEY, P.A. *et* CANNELL, M.G.R. 1970. Some physiological factors to be considered in intensification. *Kenya Coffee*, 35: 176-179.
- JANARDHAN, K.V.; GOPAL, N.H.; RAMAIAH, P.K. 1971. Carbohydrate reserves in relation to vegetative growth, flower bud formation, and crop levels in arabica coffee. *Indian Coffee*, 35: 145-148.
- JANARDHAN, K.V. *et* GOPAL, N.H. 1973. Hill reaction activity of chloroplasts isolated from flowers buds of arabica coffee. *J. Coffee Res.*, 3: 71-73.
- KOZLOWSKI, T.T. *et* KELLER, T. 1966. Food relations of woody plants. *Bot. Rev.*, 32: 293-382.
- KUMAR, D. 1979. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. A review. *Kenya Coffee*, 44: 9-47.
- MAESTRI, M.; SHIMOYA, C.; CROOPE, S.M.S.; FREDERICO, D. 1970. Observações sobre a distribuição de grãos de amido e modificações anatômicas na corola de café durante a floração. *Rev. Ceres*, 17: 227-234.
- MAGALHÃES, A.C. *et* ANGELOCCI, L.R. 1976. Sudden alteration in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. *J. Hort. Sci.*, 51: 419-423.
- * McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.H. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analyt. Chem.*, 22(9): 1156-1158.

- MES, M.G. 1956-1957. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. *Port. Acta Biol. (Série A)*, 4: 328-356.
- MES, M.G. 1957. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L. III. Various phenomena associated with the dormancy of coffee flower buds. *Port. Acta Biol. (Série A)*, 5: 25-44.
- MOENS, P. 1968. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. *Turrialba*, 18: 209-233.
- NAVARRETE, S.C. 1954. Cenizas totales y algunos constituyentes carbohidratados y nitrogenados de las raíces de cafetos en frutificación y sin frutos a través de la estación. *Bol. Inf., Centro Nacional de Investigaciones de Café (Colombia)*, 5: 22-31.
- NUTMAN, F.G. 1933. The root-system of *Coffea arabica* L. II. The effect of some soil conditions in modifying the "normal" root-system. *Emp. J. Exp. Agric.*, 1: 285-296.
- NUTMAN, F.G. 1937. Bearing of recent physiological research on the shade problem of arabica coffee cultivation. *E. Afric. Agric. J.*, 2: 366-370.
- "OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS". 1955. *Association of Official Agricultural Chemists*, Washington, D.C., 8th Edition.
- * PATEL, R.Z. 1970. A note on the seasonal variations in starch content of different parts of arabica coffee trees. *E. Afric. Agric. Forestry J.*, 36: 1-4.
- PRIESTLEY, C.A. 1962. *Carbohydrate resources within the perennial plant*. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, Bucks. England. Technical Communication n° 27. 116 p.
- RENA, A.B.; PEREIRA, A.A.; BARTHOLO, G.F. Teor foliar de minerais, conteúdo caulinar de amido e o depauperamento de algumas progênies de café resistente à ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas. Anais... Rio de Janeiro, MIC/IBC, 1983. p. 169-170.
- STEEL, R.G.D. et TORRIE, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2ª ed. New York, McGraw-Hill. 633 p.

- STITT, M. 1985. Fine control of sucrose synthesis by fructose-2,6-bisphosphate. *In: Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissue.* R.L. HEATH and J. PREISS (eds.). Proceedings of the Eighth Annual Symposium in Plant Physiology, 1985. University of California, Riverside, ASPP. p. 109-126.
- WENT, F.W. 1957. *Experimental control of plant growth.* The Chronica Botanica Company. Waltham, Mass., USA, 343 p.
- WYSE, R.; BRISKIN, D.; ALONTI, B. 1985. Sucrose transport regulation and mechanism at the tonoplast. *In: Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissue.* R.L. HEATH and J. PREISS (eds.). Proceedings of the Eighth Annual Symposium in Plant Physiology, 1985. University of California, Riverside, ASPP. p. 231-253.
- WORMER, T.M. 1965. Some physiological problems of coffee cultivation in Kenya. *Café*, 6: 1-20.

QUADRO 1 - Níveis de Carboidratos em Grãos de Coffea arabica L. cv. Catuaí Amarelo, Tratados com Solução Etanólica 80% fervente por 3 min e a Quente

Carboidrato	Orgão	Tratamento	
		Etanol Quente	Etanol Fervente
mg/ 5 MS			
Acidez	café	25,5 ± 1,2	25,5 ± 1,6
	folha	146,1 ± 5,3	133,2 ± 4,1
	flor	26,1 ± 2,6	24,9 ± 1,7
Açúcares Solúveis	café	36,2 ± 1,9	31,7 ± 0,7
	folha	67,1 ± 1,3	44,8 ± 1,6
Totais	flor	APENDICE 1	36,6 ± 1,8
Açúcares Reduzidos	café	7,3 ± 1,5	7,4 ± 0,8
	folha	15,5 ± 1,0	13,5 ± 2,1
	flor	40,1 ± 4,2	37,0 ± 1,8

Os valores de café, folha e flor são os valores médios de 10 amostras de cada tipo de material, tratadas com etanol quente e etanol fervente, respectivamente.

QUADRO 1 - Níveis de Carboidratos em Órgãos de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Amarelo, Tratados com Solução Etanólica 80% Fervente por 5 min e a Quente

Carboidratos	Órgão	Tratamento	
		Etanol Quente	Etanol Fervente
		----- mg/ g MS -----	
Amido	Ramo	25,5 ± 3,2	25,5 ± 1,6
	Folha	148,1 ± 5,9	139,2 ± 9,3
	Flor	26,1 ± 0,6	24,9 ± 1,7
Açúcares Solúveis	Ramo	36,2 ± 6,9	31,7 ± 4,7
	Folha	67,1 ± 1,4	73,6 ± 2,8
Totais	Flor	83,8 ± 4,1	84,6 ± 3,2
Açúcares Redutores	Ramo	7,3 ± 1,5	7,4 ± 0,5
	Folha	35,5 ± 1,5	39,5 ± 3,2
	Flor	60,1 ± 4,7	58,6 ± 4,5

Os valores da mesma linha não diferem significativamente entre si, quando comparados pelo teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 2 - Níveis de Carboidratos em Amostras Pares, Analisadas a Partir da Matéria Seca (M.S.) e da Matéria Fresca Não Processada (M.F.)

Carboidratos	Órgão	Tratamento	
		Análise da M.S.	Análise da M.F.
		----- mg/g MS -----	
Amido	Folha	118,4 ± 1,6	120,2 ± 2,0
	Flor	22,5 ± 0,3	23,4 ± 0,6
Açúcares Solúveis Totais	Folha	44,9 ± 2,4	42,9 ± 2,2
	Flor	99,6 ± 3,8	106,1 ± 5,4
Açúcares Redutores	Folha	26,2 ± 1,7	22,7 ± 1,7
	Flor	48,4 ± 4,8	55,4 ± 1,5

Os valores da mesma linha não diferem significativamente entre si, quando comparados pelo teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Recuperação de Carboidratos de Uma Mistura de Amido, D-Glicose e Sacarose Quimicamente Puros, Determinados pela Metodologia Descrita em Material e Métodos

Carboidratos	Quantidade Analisada (mg)	Quantidade Recuperada (mg)	Recuperação (%)
Amido	5,0	4,7 \pm 0,2	94,2
Sacarose	5,0	4,9 \pm 0,2	98,0
D-Glicose	5,0	4,8 \pm 0,2	95,0

QUADRO 4 - Níveis de Carboidratos nos Órgãos de *Coffea arabica*
L. cv. Catuaí Vermelho (LCMP-2077-2-5-44), com
Dois Anos de Idade, Cultivado em Vasos de 20 kg

Órgão	Carboidratos		
	Amido	Aç. Solúveis Totais	Aç. Redutores
	----- mg/g MS -----		
Ramo	18,8 ± 2,2	30,2 ± 0,7	14,5 ± 0,7
Folha	118,4 ± 1,6	44,9 ± 2,4	26,2 ± 1,7
Flor	22,5 ± 0,3	99,6 ± 3,8	48,4 ± 4,8