

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pela candidata Mariza V. Carlucci e aprovada pela Comissão Julgadora



DETERMINANTES CLIMÁTICOS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO FLORAL E SEU EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA DE AÇÚCAR (SACCHARUM SPP)

MARISA VAZQUEZ CARLUCCI

Pesquisadora Científica
Instituto Agronômico de Campinas

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO CELSO NOVAES DE MAGALHÃES

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Ciências na área de Biologia Vegetal.

Campinas - SP
1989

T/UNICAMP
2 197d

11284



Ao Dr. Raphael Alvarez exemplo de
pesquisador científico, amigo e
mestre

Minha Homenagem

Ao meu esposo Nivaldo
e aos meus filhos
Bruno, Thiago e Pedro
cujo amor é minha
grande recompensa

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Antonio Celso Novaes de Magalhães, pela orientação segura, constante incentivo e amizade.

Ao Instituto Agronômico de Campinas, especialmente à Seção de Cana-de-Açúcar, pela oportunidade e cooperação no desenvolvimento dessa pesquisa.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pelo acolhimento e ensinamentos recebidos.

À Seção de Citologia (IAC) na pessoa da Dra. Neusa Diniz da Cruz pela orientação nos trabalhos de anatomia e por toda atenção recebida.

À Seção de Fitoquímica (IAC) pelas análises tecnológicas realizadas e apoio irrestrito.

À COPERSUCAR pelo fornecimento de área experimental, ajuda na coleta de dados, fornecimento de bibliografias e outras facilidades concedidas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Pesquisador recebida.

À Seção de Técnica Experimental e Cálculo pela orientação na obtenção dos dados.

Aos técnicos agrícolas da Seção de Cana-de-Açúcar pela ajuda na condução dos ensaios e coleta de dados.

Às amigas Beatriz Pinheiro e Maria Carla Q. de Ar-
ruda pelo estímulo e carinho recebido durante a realização des-
se trabalho.

Ao pesquisador científico Luiz Antonio Ferraz Mat-
thes pela compreensão e amizade na fase de redação da tese.

À minha família pelo amor e confiança durante toda
a minha vida.

À todos que dedicaram parte do seu tempo para que
esse trabalho pudesse ser realizado.

INDICE

	Página
I - INTRODUÇÃO	01
II - REVISÃO DE LITERATURA	03
1. Estádios de florescimento	03
2. Iniciação e emergência floral	08
3. Fatores ambientais afetando florescimento de cana-de-açúcar	11
3.1. Fotoperíodo	11
3.2. Temperatura	15
3.3. Umidade	22
4. Mecanismos de acúmulo e utilização da sa- carose	27
5. Condições climáticas e maturação	30
6. Florescimento afetando as características tecnológicas da cana-de-açúcar	33
6.1. Qualidade do Caldo	33
6.2. Extração do Caldo ('chochamento') ..	39
III - MATERIAIS E MÉTODOS	43
1. Experimento 1 - Desenvolvimento floral x condições climáticas	43
2. Experimento 2 - Análises tecnológicas e de 'chochamento'	44
2.1. Aspectos gerais - Amostragens	44
2.1.1. Amostragens para análises tec nológicas	45
2.1.2. Amostragens para avaliação de 'chochamento'	46

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
1. Iniciação floral da variedade IAC 52-150 em 1984, 1985 e 1986 e da variedade SP70-1143 em 1985, com relação as condições ambientais no fotoperíodo indutivo	47
2. Desenvolvimento comparativo da inflorescência da variedade IAC 52-150 nos anos de 1984, 1985 e 1986	55
3. Taxa de desenvolvimento das inflorescências das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 no ano de 1985 na região de Piracicaba	61
4. Efeito do florescimento no processo de maturação das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143	70
4.1. Sólidos Solúveis (Brix)	70
4.2. Sacarose (Pol)	71
4.3. Pureza	76
4.4. Açúcares Redutores	78
4.5. Açúcar Teórico Recuperável	81
5. Efeito do florescimento no processo de 'chochamento' (desidratação) das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143	83
5.1. Volume do Caldo	83
5.2. Fibra % Cana	87
V - CONCLUSÕES	94
VI - RESUMO	96
VII - ABSTRACT	100
VIII - LITERATURA CITADA	103

I - INTRODUÇÃO

A exploração da cultura da cana-de-açúcar sempre representou uma enorme contribuição socio-econômica, por constituir-se na base de três importantes agro-indústrias: açúcar, aguardente e álcool (STUPIELLO, 1987).

Como em qualquer indústria, também nessas, a qualidade do produto elaborado depende diretamente da qualidade da matéria prima, cuja implementação é primordialmente conseguida através do melhoramento genético. Para tanto o controle do florescimento é um passo importante.

Muitos estudos têm sido realizados para se determinar quais os fatores que interferem no processo do florescimento e as maneiras de controlá-lo. Sabe-se, hoje em dia, que fatores como fotoperíodo, temperatura, umidade e idade da planta, entre outros, podem, em conjunto ou separadamente, alterar a expressão do florescimento de uma variedade.

No presente trabalho são fornecidas algumas informações a respeito da época de iniciação e o padrão de desenvolvimento floral assim como informações sobre a interação clima x florescimento para as variedades de cana-de-açúcar IAC 52-150 e SP 70-1143, dados esses que podem eventualmente contribuir para melhor entendimento e exploração do processo de florescimento dessas variedades.

Apesar de, para os geneticistas, o florescimento ser um processo desejável, para os produtores é considerado um problema, uma vez que são atribuídas ao florescimento perdas substanciais em tonelagem de cana e teor de sacarose, além do aumento do teor de fibra e diminuição do caldo extraído durante o período de colheita.

Pesquisas realizadas para se avaliar os efeitos do florescimento nas características tecnológicas do colmo da cana-de-açúcar, têm apresentado resultados contraditórios. Isto, provavelmente, é devido a comparações diretas, sem levar em consideração que fatores, como variedade, estágio de florescimento, porção do colmo estudada, época de amostragem, formação de brotos laterais, idade dos colmos, altura do desponte, etc., podem alterar os resultados obtidos.

A fim de consolidar essas informações nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, utilizou-se no presente trabalho colmos de mesmo desenvolvimento e florescidos, acompanhando-se o processo de maturação/chochamento, desde a fase de iniciação até a de senescência da panícula, nas diferentes regiões do colmo.

II - REVISÃO DE LITERATURA

A identificação dos fatores que induzem o florescimento da cana-de-açúcar em condições de campo e a sincronização da época de florescimento entre as variedades de floração precoce e tardia, constituem-se em elementos importantes para o desenvolvimento de programas de cruzamento e melhoramento genético, os quais por sua vez exigem o conhecimento da época correta de indução e iniciação floral. A identificação do período crítico para estabelecimento destes processos também assumem grande importância quando se objetiva inibir o florescimento em plantações comerciais (ALEXANDER, 1973; SINGH, 1978).

Fatores como fotoperíodo, temperatura, maturidade e umidade, são críticos no desencadeamento do mecanismo de florescimento em cana-de-açúcar, assim como na maioria das outras plantas floríferas. Embora cada um desses fatores tenha efeito próprio nos processos individuais para produção do estímulo floral os limites específicos de cada um deles devem ocorrer simultaneamente para que o florescimento se desenvolva plenamente (COLEMAN, 1969).

1. Estádios de Florescimento

Muitos pesquisadores têm estudado o processo de florescimento da cana-de-açúcar de forma detalhada, principalmente no que se refere às mudanças morfológicas ocorridas no ápice após a indução floral (PALIATSEAS e CHILTON, 1956; GEORGE e LA-LOUETTE, 1963; CLEMENTS e AWADA, 1967; COLEMAN, 1969; MOORE, 1971; PALIATSEAS, 1972; JULIEN, 1972; CLEMENTS, 1975 e MOORE, 1987).

As alterações morfológicas podem ser usadas para

descrever numerosos estádios, associados à sequência de processos fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento da inflorescência os quais, uma vez iniciados, seguem uma ordenação até a completa formação da mesma. Esses estádios, no entanto, podem sofrer interrupção ou reversão, principalmente os iniciais, sob condições ambientais desfavoráveis.

PALIATSEAS e CHILTON (1956) e GEORGE e LALOUETTE (1963) dividem o processo de florescimento em diferentes estádios que são os seguintes: 1) indução de estímulo floral; 2) diferenciação do ápice e iniciação da inflorescência; 3) crescimento e desenvolvimento da raquis e partes da flor; 4) emergência da panícula e 5) abertura final da inflorescência madura. A fase de iniciação floral é tida como a mais importante.

CLEMENTS e AWADA (1967) utilizando-se do método de contagem de folhas, ou seja, índice foliar, procuraram estimar o tempo requerido para cada estágio floral ser completado. Segundo os autores, o tempo necessário para acumulação do estímulo floral foi de cerca de 20 dias, em condições artificiais no inverno, e metade desse tempo no verão. O estágio de organização floral exigiu 7 a 8 semanas, enquanto que o de 'encartuchamento' até a incipiente emergência apenas 4 a 5 semanas em temperaturas amenas, porém, também 8 semanas em temperaturas mais baixas. A extensão do período para completa emergência foi de cerca de um mês, sendo o último estágio, o que representa a abertura das flores e polinização do fruto, o mais curto, compreendendo um intervalo de 2 a 3 semanas.

A separação do processo do florescimento em fases, geralmente tem levado em conta apenas as alterações morfológicas. COLEMAN (1969) no entanto enfatiza o papel dos hormônios florais, sugerindo cinco estádios. Esses incluem desde a ma-

turidade fisiológica da planta a ser induzida até a diferenciação do primórdio floral, passando pela fase de translocação e acúmulo do estímulo estabilizado.

MOORE (1971), trabalhando no Hawaii com híbridos de Saccharum sp., e baseando-se também em trabalho anterior de reversão da inflorescência (MOORE, 1969), propôs uma sequência de sete estádios. Para aquele autor, o ápice vegetativo fisiologicamente maduro ou apto para iniciar florescimento é considerado como primeiro estádio. Em 1987, MOORE publicou uma revisão sobre o processo do florescimento, e apresentou algumas alterações nos esquemas anteriormente propostos, descrevendo cinco estádios principais e o tempo requerido para cada um deles ser completado. Observou que as fases de menor duração são a de indução e a de fertilização e maturação da semente, com período médio de duração de duas semanas. Os 3 estádios intermediários, incluindo iniciação da panícula, diferenciação da espiguetta e alongamento da haste e panícula, levam aproximadamente 4 semanas cada um. Portanto, o ciclo completo, foi estimado em um período de 16 semanas.

JULIEN (1972) dissecou ápices de 1 clone de S. spontaneum e 1 de S. robustum em sucessivas datas durante o desenvolvimento floral. Com base na aparência morfológica, aquele autor concluiu que cada um dos 4 primeiros estádios de desenvolvimento (indução, iniciação do primórdio do eixo, iniciação do primórdio de ramificação e iniciação do primórdio de espiguetta) necessitaram cerca de 14 dias para serem completados. O último estádio de crescimento, correspondendo a fase de alongamento da inflorescência, requereu cerca de 21 dias. JULIEN salienta que quando começaram as primeiras alterações morfológicas no ápice, o mesmo media em torno de 0,012cm, sendo que

quando as ramificações primárias estavam se formando, o domo apical já alcançara 0,070cm. Desta fase até o final do crescimento pré-emergente da inflorescência, quando a mesma media 47cm, haviam decorridos 63 dias. O autor, demonstrou que foi de 77 dias o intervalo de tempo transcorrido da fase imediatamente anterior à indução até o início da emergência da panícula. Aqueles estudos foram desenvolvidos com a variedade Mandalay de S. spontaneum. JULIEN et al (1974), continuando os trabalhos de acompanhamento das alterações morfológicas do ápice nas fases de pré e pós indução floral, utilizando outras variedades de S. spontaneum, propuseram a divisão do desenvolvimento da panícula em 8 estádios. Naquele trabalho a classificação dos estádios levou em conta a forma do domo apical e o número de ramificações primárias e secundárias formadas. Assim, por exemplo, o estádio 4 correspondeu ao início de formação das 2 primeiras ramificações primárias, e o estádio 8 ao da inflorescência com primórdios de ramificações secundárias totalmente iniciados.

JAMES e MILLER (1972b), também demonstraram interesse em determinar a época de iniciação floral de alguns clones precoces e tardios, assim como, de acompanhar o desenvolvimento das panículas. Através de medidas da largura e comprimento do domo apical, e das relações entre esses parâmetros, aqueles autores, determinaram a época de indução floral nos clones estudados. A utilização daqueles parâmetros permitiram a detecção da fase de transição de crescimento vegetativo para reprodutivo, cerca de uma semana antes do aparecimento real do primórdio floral. Salientaram os autores que a largura do domo foi o dado de maior confiabilidade para as determinações. Em todos os clones estudados a iniciação foi detectada quando a

região meristemática apical tinha entre 0,011cm a 0,012cm de largura. Nos clones precoces examinados, o comprimento do domo apical na época da iniciação era igual à sua largura. Neste estágio, a forma do ápice era a mesma do estágio correspondente ao início do primórdio do eixo citado por JULIEN (1972) e JULIEN et al (1974), quando o domo apical se encontrava com uma forma simétrica. Assim, pode-se concluir ser esta última a conformação segura para se predizer a época de iniciação do processo de diferenciação da inflorescência.

CHU e SERAPION (1971), também utilizando-se de exames histológicos do meristema apical de cana-de-açúcar, distinguiram 4 estádios distintos do processo de diferenciação floral. Para aqueles autores o processo inicia-se com o achatamento do ponto vegetativo seguido por dilatação e constrição basal do mesmo, com posterior início de ramificações, terminando com a formação de uma inflorescência branco-leitosa coberta inteiramente por espiguetas.

CLEMENTS (1975), trabalhando no Hawaii, com a variedade NCO 310, estabeleceu uma divisão do processo de florescimento em 4 estádios, determinando as alterações e o tempo de ocorrência para cada um deles através de medidas do comprimento da bainha, lâmina e internódio das folhas no período de pré e pós indução floral (agosto e novembro). Complementando as observações através de estudos histológicos do ápice, aquele autor constatou mudança do meristema de vegetativo para florífero entre 18 e 22 de agosto, concluindo que o estímulo deve ter começado a se acumular no ápice cerca de 12 dias antes, ou seja, em 8 de agosto. Medidas do domo apical mostraram um comprimento de 0,010cm no ápice vegetativo, passando para 0,016cm após 3 dias, fase essa de alargamento do ponto de crescimento, confirmando a condição de ápice induzido.

CARLUCCI e DEUBER (1987) utilizando as variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, desenvolveram um trabalho de remoção de folhas em diferentes datas durante o período indutivo, a fim de verificar qual o período crítico de acúmulo do estímulo floral. Aqueles autores concluíram que a remoção das folhas apicais, que são mais sensíveis na percepção do estímulo fotoperiódico, entre 21 de fevereiro e 7 de março, causaram sensível diminuição de florescimento na IAC 52-150, porém, inibiram completamente o processo na variedade SP 70-1143. Aqueles resultados indicaram ser a variedade IAC, de florescimento frequentemente intenso, menos exigente na quantidade de estímulo acumulado, necessitando menor número de ciclos indutivos para florescimento e possivelmente menos sensível às condições de estresse ambiental, no que diz respeito a produção do estímulo estabilizado.

2. Iniciação e Emergência Floral

Os pesquisadores indianos VIJAYASARADHY e NARASIMHAN (1954) estudaram os diferentes estádios de florescimento e concluíram que a época de iniciação floral, que ocorre em clones de florescimento precoce e tardio, era essencialmente a mesma, independentemente da época de emergência. Portanto, as diferenças no tempo de emergência seriam devido quase que inteiramente às variações na taxa de desenvolvimento das inflorescências. Segundo ARCENEUX (1967) essa seria a teoria mais válida para explicar o fenômeno de emergência gradativa em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

BURR et al (1957) e COLEMAN (1960) observaram que a iniciação do primórdio ocorre na mesma época, e que a data da

emergência da panícula tem pouca ou nenhuma relação com o momento da iniciação. Dessa forma, seriam os fatores da planta, em interações com as condições ambientais, que determinariam o momento da ocorrência da emissão da panícula.

PALIATSEAS e CHILTON (1956) reportaram que a emergência da inflorescência em cana-de-açúcar foi controlada por várias condições ambientais, das quais as temperaturas, a intensidade e qualidade de luz, foram as mais importantes.

Não existe ampla concordância entre os autores no que se refere à simultaneidade da iniciação floral entre as variedades (PANJE e SRINIVASAN, 1960; CLEMENTS e AWADA, 1964; STEVENSON, 1965; CHU e SERAPION, 1971).

PANJE e SRINIVASAN (1960) estudaram a constância do florescimento de cerca de 200 clones de Saccharum spontaneum e concluíram que, embora a estação de florescimento tenha se estendido por 7 a 8 meses aproximadamente, todos os clones floresceram sistematicamente ano após ano, dentro de um período de poucos dias em torno de uma data. Concluíram, também, que as diferenças entre clones quanto a época de florescimento foram, na maior parte devido às diferenças na época de formação do primórdio, e não às diferenças no tempo de desenvolvimento e alongamento da inflorescência. Nessa última categoria observaram que 46 clones formaram o primórdio floral em um determinado mês (33 em junho e 13 em julho), e floresceram em porcentagens diferentes nos 3 a 5 meses seguintes, evidenciando terem diferentes taxas de crescimento da panícula. No primeiro grupo a emergência se dava sempre 1 a 2 meses após iniciação floral. Observações feitas por CLEMENTS e AWADA (1964) e STEVENSON (1965) foram consistentes com o ponto de vista de PANJE e SRINIVASAN (1960).

CHU e SERAPION (1971) estudaram a época de iniciação floral e emergência da panícula em 78 variedades cultivadas em Gurado, Porto Rico ($18^{\circ}16'$ latitude norte), e concluíram que os primórdios florais não se formaram na mesma data, entre os materiais utilizados. Verificaram, entretanto que a data da iniciação floral foi mais ou menos constante de ano para ano. Mais de 50% das variedades iniciaram o primórdio dentro de 2 dias em torno de uma mesma data em 1967 e 1969. CHU e SERAPION também destacaram o fato de que são necessários intervalos de tempo diferentes para o desenvolvimento e a emergência de flores para as diferentes variedades. Cerca de 90% das variedades estudadas requereram 7 a 10 semanas para produzirem uma flor visível.

PALIATSEAS (1972), trabalhando com 9 variedades americanas, constatou que o tempo decorrido da iniciação até a emergência da panícula foi de 95 a 123 dias, com média de 107 dias. Da iniciação ao início do alongamento transcorreram 32 dias em média, e desta fase até a completa expansão mais 61 dias, sendo necessários mais 14 dias, aproximadamente para a emergência da inflorescência.

JAMES e MILLER (1972) verificaram, utilizando clones de épocas diferentes de florescimento, que a iniciação e a emergência ocorreram cerca de 35 dias e 50 dias respectivamente mais tarde nos clones de florescimento tardio do que nos de florescimento precoce. Aqueles dados mostraram, que a emergência floral foi 1,4 dias mais tardia para cada 1 dia de atraso na indução. Pode-se estimar, então, que o período de tempo necessário para completar o processo de florescimento pode variar de um mínimo de 81 dias para clones de florescimento precoce, até um máximo de 131 dias para clones de florescimento tardio.

MOORE (1974) calculou a data de indução de oito clones, a maioria S. spontaneum, e forneceu as datas para emergência, permitindo a determinação do número de dias decorridos durante processo de florescimento. Os oito clones mostraram um período médio de 87 dias da indução até a emergência. MAC COLL (1977) mostrou que clones precoces chegam a completar o processo de florescimento em apenas 75 dias.

Comparando variedades de florescimento precoce e tardio SINGH (1978) encontrou diferenças de 15 a 20 dias para o período de iniciação floral e de 20 a 40 dias para o aparecimento de uma inflorescência claramente visível ($\pm 0,5$ cm). Nas variedades intermediárias, entretanto, aquele autor observou um máximo de apenas 6 dias de diferença na iniciação em relação às variedades precoces, em certos casos ocorrendo uma sobreposição dos períodos para iniciação floral. Foi verificado, também, que 70% das variedades emergiram a panícula tardiamente, apenas por atraso na iniciação, mas 30% do total mostrou menor taxa de desenvolvimento da inflorescência, agravando esta defasagem.

NOUR et al (1980) trabalhando no Egito com a variedade de IAC 52-150, entre outras, separou o florescimento em fases, indicando o tempo necessário para que cada uma delas fosse completada. O autor, constatou que, da iniciação à emergência de correram 97 dias, e desta até a maturação floral cerca de 28 dias.

3. Fatores ambientais afetando o florescimento de cana-de-açúcar

3.1. Fotoperíodo

Em cana-de-açúcar, uma vez que o colmo tenha alcança

do a maturidade para florescer, o que ocorre a partir da formação completa de pelo menos três internódios, o processo de fotoindução poderá ocorrer (BURR et al, 1957; COLEMAN, 1969).

Como a cana-de-açúcar possui uma faixa extremamente estreita de variação de comprimento de dia e noite adequados a indução floral, tem sido difícil classificar essa planta com base em fotoperíodo (ALEXANDER, 1973). Assim vários pesquisadores têm classificado as espécies de Saccharum como de dias curtos (BURR, 1950; VIJAYASARADHY e NATHAN, 1957; VIJAYASARADHY e VANITHAMONY, 1957), intermediários (CLEMENTS e AWADA, 1964; CLEMENTS, 1968; PALIATSEAS et al 1954; SARTORIS, 1939) e de dias longos-curtos (SACHS, 1956).

SARTORIS (1939) e ALLARD (1938) classificaram o clone 28NG292 de S. spontaneum como uma planta intermediária, uma vez que floresceu com fotoperíodos variando entre 12h a 13,5h. Observaram, porém, que a maior porcentagem de florescimento ocorreu com 12:30 horas.

GEORGE e LALOUETTE (1963) e MOORE (1971) mostraram que diferentes fotoperíodos nas fases iniciais de formação da inflorescência causaram a reversão do desenvolvimento da panícula para crescimento vegetativo, evidenciando a existência de uma série de ciclos próprios na sequência principal para completo florescimento.

O conceito de florescimento consistente de uma sequência de fases com requerimentos fotoperiódicos específicos foi confirmado em experimentos usando interrupção do período escuro (JULIEN, 1969), extensão do período de iluminação (JULIEN, 1969 e 1973), e combinação desses dois tratamentos (MIDMORE, 1980).

JULIEN (1973) trabalhando com clones de S. sponta-

neum observou que os estádios iniciais de desenvolvimento reprodutivo, indução e iniciação do primórdio do eixo da inflorescência, foram estimulados sob dias intermediários de cerca de 12hs e 30min, enquanto o estágio subsequente, iniciação dos primórdios de ramificação da inflorescência, foi inibido por dias mais longos que 13hs. Estádios finais, iniciação do primórdio da espiguetta e crescimento, foram quantitativamente induzidos por dias com fotoperíodos ótimos de 11 horas e 9 horas, respectivamente. A fase final de alongamento foi geralmente pouco sensível ao fotoperíodo (JULIEN, 1972).

MOORE (1987), também classifica a cana-de-açúcar como planta de dias intermediários para início de indução, enquanto que a fase de desenvolvimento da panícula responderia quantitativamente a dias curtos, o que concorda com observações feitas por CHILTON e MORELAND (1954), DANIELS (1963), NUSS e BRETT (1977), NUSS (1980) e LEVI (1981), de que um maior número de colmos é induzido e/ou floresce sob condições de encurtamento do fotoperíodo.

Segundo NUSS (1980), para que 90% dos colmos floresçam as plantas devem estar expostas a condições naturais durante a iniciação, como fotoperíodo intermediário de cerca de 12:30h, e após essa fase sejam tratadas com redução de fotoperíodo de 30 segundos por dia.

Diversos autores citam que a iniciação floral em cana-de-açúcar ocorre dentro de uma faixa estreita de fotoperíodo de 12hs a 12hs e 30min, variando de acordo com as variedades (MANGELSDROF, 1956; PALIATSEAS, 1963; CLEMENTS e AWADA, 1967; ARCENEUX, 1967; JAMES e MILLER, 1972a; ALEXANDER, 1973; CLEMENTS, 1975; MOORE, 1985).

BURR et al (1957) e COLEMAN (1960, 1963 e 1969) consideram um fotoperíodo de aproximadamente 12hs e 30min como ótimo para indução ao florescimento. Existe evidência que o período de 12:30 horas de luz deva sempre ser de alta intensidade luminosa. Quando parte do período luminoso tem baixa intensidade de luz, muito mais dias (60 a 90 dias comparado com 20 dias normalmente) são requeridos para indução. Presumivelmente existe a necessidade de que certo nível de produtos fotossintetizados esteja disponível durante o período escuro de 11:30hs para produzir a máxima quantidade de estímulo floral (COLEMAN, 1963).

Na natureza, as plantas de cana-de-açúcar estão expostas a fotoperíodos indutivos em diferentes épocas do ano dependendo da latitude. No Hawaii, por exemplo, o período crítico ocorre de 1 a 20 de setembro (BURR et al, 1957) enquanto que em São Paulo se manifesta entre final de fevereiro e início de março (BARBIERI et al, 1981).

Tanto no hemisfério norte como no hemisfério sul a indução do florescimento é estimulada, primariamente, pelo encurtamento dos dias de outono (DANIELS et al, 1957, MAC COLL, 1977).

BARBIERI et al (1981), usando conceitos de astronomia numa equação específica, determinou que o fotoperíodo indutivo (considerando o intervalo de 12:31h a 12:01h) para a região de Araras ($22^{\circ}18'S$), ocorre entre 25 de fevereiro e 20 de março. Esse mesmo período é considerado fotoindutivo para as regiões de Campinas ($22^{\circ}53'S$) e Piracicaba ($22^{\circ}43'S$).

Sabe-se no entanto que, embora os fotoperíodos permaneçam os mesmos todos os anos para um determinado local, existem anos com maior ou menor intensidade de florescimento, evi-

denciando não ser o fotoperíodo o único fator controlador do fenômeno (COLEMAN, 1969; SINGH, 1978 e BERNIER et al, 1985). Muitos autores mostraram a importância da temperatura e umidade do solo como fatores modificadores ou interrelacionados com o efeito do fotoperíodo na iniciação e desenvolvimento floral em cana-de-açúcar (BRET, 1951; ELLIS et al, 1967; COLEMAN, 1960, 1963b, 1969; CHU e SERAPION, 1969; ALEXANDER, 1973; GOSNELL, 1973; CLEMENTS, 1975; YEU, 1980; MOORE, 1985; PEREIRA et al 1986).

3.2. Temperatura

A temperatura pode afetar de várias maneiras o mecanismo da floração, influenciando a taxa de síntese ou de destruição dos compostos intermediários, a taxa da sua translocação das folhas para o meristema, e a eficiência do hormônio ou hormônios como indutores de alterações morfogênicas nos meristemas (MEYER et al, 1965).

Existem muitos trabalhos (ARCENEUX e KASSEN, 1963; BRETT, 1951; BURR et al, 1957; COLEMAN, 1960) sobre o efeito da temperatura no florescimento de cana-de-açúcar, porém não tem sido relatado o seu efeito específico no mecanismo da produção do estímulo floral.

Alguns pesquisadores têm trabalhado no sentido de determinar qual fase da evolução fotoperiódica seria mais sensível à temperatura (NAYLOR, 1961; LOCKHART, 1961; COLEMAN, 1963b).

Segundo LOCKHART (1961) durante o período escuro ocorreriam dois processos consecutivos, ambos sensíveis à temperatura. O processo que ocorre no final do período escuro

que envolveria a síntese do estímulo floral, é o mais termo-sensível, sendo considerado uma reação termoquímica.

COLEMAN (1963) também tem realçado a importância da temperatura noturna durante a fase escura do fotoperíodo indutivo. Experimentos desenvolvidos por aquele autor em condições fotoperiódicas controladas, mostraram que em muitos clones a temperatura da noite deve ser mantida entre 21°C e 27°C para que ocorra total indução. A conclusão após várias observações, inclusive as em condições de campo, foi que temperaturas de 18°C ou abaixo podem prevenir a iniciação floral, sendo, portanto, consideradas não indutivas.

Diversos autores têm reportado o efeito depressivo de temperaturas mínimas abaixo de 18°C durante o fotoperíodo indutivo sobre o florescimento de cana-de-açúcar, (PALIATSEAS, 1963; CLEMENTS e AWADA, 1967; ANTONI, 1965; GOSNELL, 1973; ALEXANDER, 1973; BARBIERI *et al*, 1981).

A análise dos resultados dessas pesquisas têm conduzido a conclusão de que o efeito desfavorável de temperaturas mínimas abaixo de 18°C depende: a) do valor mínimo das temperaturas alcançadas; b) da frequência de ocorrência das mesmas e c) da variedade de Saccharum envolvida (ARCENEUX, 1967).

COLEMAN (1969) menciona ter observado diferentes reações a baixas temperaturas entre diferentes clones e variedades. Sugere então que, possivelmente, ou os clones apresentam distintas temperaturas críticas para inibição floral ou que a temperatura noturna pode afetar o comprimento crítico do período escuro.

O efeito acumulativo de temperaturas mínimas não indutivas foi verificado por PALIATSEAS (1963), que submeteu algumas variedades de cana-de-açúcar a um gradiente de temperatu

ra de 10°C a 18°C por 5 a 25 dias durante o período indutivo. Aquele autor observou que plantas tratadas durante cinco noites com temperaturas de até 10°C não tiveram seu florescimento afetado. No entanto, dez noites abaixo de 18°C reduziram o florescimento, enquanto que quinze noites ou mais inibiram totalmente a indução floral. PALIATSEAS salienta, todavia, que a iniciação floral foi normal em temperaturas de 18°C, mesmo se aplicada continuamente e que as temperaturas ótimas para florescimento estavam entre 18°C e 24°C.

Correlacionando o grau de florescimento com o número de noites não indutivas em condições de campo, COLEMAN (1963) reportou resultados semelhantes aos de PALIATSEAS (1963). Considerando apenas o período indutivo, qual seja de 1 a 20 de setembro, notou que, quando o número total de noites não indutivas foi de 11 (55%), 10 (50%), 7 (35%), 4 (20%) ou 2 (10%), o florescimento foi ausente, mínimo, moderado, intenso e muito intenso, respectivamente. Esses dados mostram portanto uma correlação inversa entre frequência de ocorrência de temperaturas noturnas baixas no período fotoindutivo e grau de florescimento em cana-de-açúcar.

Tem sido mencionado também que o efeito de baixas temperaturas noturnas (menores que 18°C) e de interrupção da noite por lampejo de luz são semelhantes quanto a inibição na produção de estímulo floral (COLEMAN, 1969). Nessas condições, maior número de ciclos indutivos seriam necessários para a produção e acúmulo de quantidade ideal do estímulo.

Em muitas plantas, ótima indução comparada a uma indução mínima, resulta na produção de maior número de inflorescências e de flores, e na aceleração do desenvolvimento dessas estruturas reprodutivas (BERNIER et al, 1985).

Segundo ARCENEUX (1967) o número de ciclos ideais para iniciação da panícula depende da variedade, o que provavelmente distingue as variedades floríferas das relutantes. Es se fato foi observado por PALIATSEAS (1972), que relatou a exigência de 45 a 55 dias indutivos para as variedades de fácil florescimento e 60 a 70 dias para as relutantes, considerando um fotoperíodo de 12:30hs.

A maioria dos trabalhos demonstram que há exigência de 15 a 20 ciclos indutivos para completa indução (CLEMENTS e AWADA, 1967; COLEMAN, 1969; JULIEN, 1972; GOSNELL, 1973; MENS-HAWI, 1978).

COLEMAN (1969) alternando noites indutivas com noites não indutivas (interrupção do período escuro), determinou que 15 ciclos indutivos resultaram em 100% de iniciação floral, mesmo quando esses ciclos não ocorreram em dias seguidos.

No Brasil, muito pouca pesquisa tem sido desenvolvida para determinar as necessidades fotoperiódicas e térmicas das variedades comerciais de cana-de-açúcar.

Com o objetivo de fornecer alguma informação sobre o fenômeno, BARBIERI et al (1981) realizaram um levantamento dos elementos de clima comparando-os com os índices de florescimento utilizando a variedade NA56-79 durante os anos de 1972 a 1980, particularmente no período de 25 de fevereiro a 16 de março. Na região de Araras, esse período corresponderia ao fo toperíodo crítico com 12:30hs a 12:07hs. Os autores observaram que, nos anos sem florescimento, o único fator comum foi o número de noites não indutivas, com temperatura mínima menor que 18°C, as quais ocorreram em número de 10 a 15 (50 a 75%). Com até 8 noites frias (40%), os autores não observaram redução no florescimento. Essa situação ocorreu no ano de 1972,

quando 80% dos colmos floresceram.

Fazendo uma correlação do fotoperíodo com a temperatura, CLEMENTS e AWADA (1967) verificaram que, quando as plantas eram expostas por tempo suficiente a comprimentos de noites apropriados (11h 40min) em temperaturas tão baixas quanto $15,5^{\circ}\text{C}$, a emergência da panícula era total. No entanto, plantas submetidas a 14°C e 12°C tiveram um atraso ou inibição da emergência da panícula mesmo após 7 meses de exposição a fotoperíodos indutivos.

Tem sido demonstrado o efeito da temperatura na taxa de crescimento da inflorescência com atraso na emergência da mesma quando a temperatura cai abaixo de 21°C (CLEMENTS e AWADA, 1967; NUSS e BRETT, 1977).

Segundo EDWARDS e PAXTON (1979), não somente a taxa de alongamento é reduzida por baixas temperaturas mas também o comprimento da panícula.

Apesar das pesquisas sobre o efeito da temperatura no florescimento de cana-de-açúcar considerarem, principalmente as baixas temperaturas, resultados de VAN BREEMEN et al (1963), ANTONI (1965), ELLIS et al (1967), JULIEN et al (1974) e outros, evidenciam haver também uma temperatura máxima acima da qual o florescimento é prejudicado. Tal temperatura parece estar ao redor de $30-31^{\circ}\text{C}$ (PEREIRA et al, 1983).

BRETT em 1951 já enfatizara que, em áreas onde a temperatura máxima variava em torno de 30°C , a extensão do florescimento era menor se comparada às áreas com temperaturas máximas ao redor de 28°C .

GLASZIOU, citado em DANIELS (1963), também menciona o efeito das altas temperaturas no florescimento de cana-de-açúcar. Num experimento onde a temperatura noturna foi de

26°C e as diurnas variaram de 18°C a 26°C aquele autor notou um florescimento normal. No entanto ao se elevar para 30°C ou 34°C as temperaturas do período com luz, não foi constatada nenhuma iniciação floral. Segundo GLASZIOU parece que para diferentes temperaturas noturnas, diferentes níveis de temperaturas diurnas seriam necessárias para ótimo florescimento.

Tem sido demonstrado existirem correlações entre a altitude da região do plantio e grau de florescimento em cana-de-açúcar (BURR et al, 1957; VAN BREEMEN et al, 1963; ELLIS et al, 1967). Entretanto, essa correlação é melhor explicada pelas diferenças de temperaturas nas regiões com maior ou menor elevação.

ELLIS et al (1967) constataram pequeno florescimento nas regiões com cerca de 60m de altitude onde as temperaturas máximas médias foram de 31,1°C, ao contrário de 27°C nas áreas com altitude de 457m, onde o florescimento foi intenso. Aqueles autores mostraram que a diferença na extensão do florescimento entre os 2 locais foi determinada já no estágio de iniciação floral.

Em Mauritius, JULIEN et al (1974) verificaram que as mesmas variedades apresentavam distintos graus de florescimento nas localidades de Rosalie (intenso) e Labourdonnai (ausente). Nessas duas regiões o número de horas de insolação e a umidade relativa do ar foram semelhantes, e a temperatura mínima foi maior que 18°C no período indutivo. Em Labourdonnai, no entanto, ocorreram 23 dias com temperatura máxima maior que 30°C sendo que desses, em 11 dias a temperatura ultrapassou 31°C. Nesta mesma região a precipitação foi 50% menor que naquela, onde ocorreu intenso florescimento, o que poderia confundir os efeitos. No entanto, em área próxima, com irrigação,

as mesmas variedades também não floresceram evidenciando, ter sido a temperatura máxima o fator limitante.

A existência de uma temperatura limite superior sugere que a diferença entre as temperaturas extremas durante o ciclo indutivo também tem efeito sobre o florescimento (PEREIRA et al, 1986). Em geral, o florescimento é favorecido por pequenas diferenças entre temperatura máxima e temperatura mínima (CHU e SERAPION, 1971; CLEMENTS, 1975; SINGH, 1978).

No Hawaii, após um levantamento de 11 anos das condições de temperatura durante o período indutivo, CLEMENTS (1975) constatou que a variação no grau de florescimento no campo foi provavelmente devido a ocorrência de temperaturas altas, as quais induziram maior amplitude térmica. Durante o período examinado, as temperaturas mínimas variaram de 18°C a 21°C; a porcentagem de florescimento variou de, muito alta a ausente, paralelamente a um gradiente térmico de 7°C a 14°C. A quele autor salientou que mesmo dentro das condições ideais de temperatura que ocorreram até a temperatura máxima atingir os 30°C, o florescimento foi inversamente proporcional a amplitude diária de temperatura. Esse fato evidencia a importância de um determinado gradiente entre temperaturas extremas. Na região de Kalulu, Hawaii, onde a média do gradiente térmico diário foi de 6,26°C o florescimento foi intenso (CLEMENTS, 1975).

De modo geral, a diferença das temperaturas máxima e mínima tende a ser pequena, da ordem de 5°C a 6,5°C, em regiões de alta ocorrência de florescimento (CLEMENTS e AWADA, 1967).

SINGH (1978) também menciona intenso florescimento quando, durante o período indutivo, a amplitude térmica variou de 4,5°C a 7,8°C e a umidade relativa ficou ao redor de 80%.

Através de uma análise de dados climáticos realizada durante 25 de fevereiro a 20 de março (período fotoindutivo), em Araras, SP., nos anos de 1972 a 1985, PEREIRA et al (1986) constataram que nos anos com florescimento, a diferença média entre temperatura máxima e temperatura mínima foi de aproximadamente 10°C contrastando com 14°C nos anos sem florescimento, e que os anos com florescimento apresentaram cerca de 82% dos dias com diferenças menores que 13°C contra 60% nos anos sem florescimento.

3.3. Umidade

Tem sido descrito na literatura que condições de dias chuvosos favorecem o florescimento por induzirem menor diferença entre as temperaturas extremas, causando diminuição da temperatura máxima e aumentando a temperatura mínima (MOORE, 1985).

Além de diminuir o gradiente térmico diário, dias chuvosos propiciam fornecimento de água às plantas e reduzem a perda de água por transpiração, mantendo a planta mais hidratada (CLEMENTS, 1975; MOORE, 1987).

Segundo COLEMAN (1969) existe uma correlação entre hidratação e temperatura da planta, uma vez que pelo movimento da água através dos tecidos poderá ocorrer um efeito regulatório nas condições térmicas afetando os processos metabólicos. O baixo nível de hidratação afeta o transporte vascular, evitando que produtos das reações que levam à estimulação floral, movam-se da folha induzida para o ápice, causando inibição, diminuição ou atraso na iniciação da inflorescência (MURNEEK, 1948; LANG, 1965).

Além do seu efeito direto no metabolismo do estímulo floral, a deficiência hídrica na planta, poderá provocar a inibição da divisão e/ou alongamento celulares (MEYER e BOYER, 1972; HSIAO e ACEVEDO, 1974).

Há evidências experimentais que sugerem ser o processo de alongamento mais inibido por deficiência de água do que a divisão celular (SLATYER, 1967; MEYER e BOYER, 1972; KIRKHAM et al, 1972).

Após indução floral, a formação da panícula se inicia a partir de inúmeras divisões celulares, com posterior expansão da estrutura floral diferenciada. Esses processos se efetivam quando a planta está adequadamente hidratada, podendo-se concluir que em condições de estresse hídrico não somente o desenvolvimento inicial mas também a taxa de emergência da panícula será sensivelmente afetada pela baixa disponibilidade de água para a planta durante este período (CHU e SERAPION, 1971; ALEXANDER, 1973).

ARCENEUX (1967) menciona que fatores que prejudicam o funcionamento do sistema vascular, como por exemplo doenças fúngicas ou bacterianas, principalmente no que se refere ao transporte de água para os tecidos jovens, afetam também o florescimento.

A importância do suprimento de água no processo de desenvolvimento reprodutivo é exemplificada pela prática utilizada em campos comerciais, onde a inibição do florescimento é provocada por suspensão da irrigação antes e durante o período fotoindutivo (CHU e SERAPION, 1969 e 1971; TANIMOTO e BURR, 1956; STEVENSON, 1965).

Em culturas comerciais onde não se utiliza irrigação, como no Brasil, a inibição do florescimento pode ser obtida com o emprego de produtos químicos ao se constatar, através

da análise dos dados de temperaturas e precipitação, que o ano será florífero.

De modo contrário, no caso dos campos de cruzamento, onde as temperaturas raramente são inibitórias ao florescimento, possíveis deficiências de precipitação podem ser eliminadas por irrigação, mantendo as coleções para melhoramento com balanço hídrico adequado para produção constante e satisfatória de inflorescências.

Vários autores têm relatado resultados sobre o efeito da chuva no florescimento de cana-de-açúcar (COLEMAN, 1960; PANJE e SRINIVASAN, 1960; ELLIS et al, 1967; CHU e SERAPION, 1971; YEU, 1980; PEREIRA et al, 1986). Em trabalho realizado por COLEMAN (1960) no Hawaii, a variedade H37-1933 apresentou 92% de iniciação floral na região de Kailua e apenas 49% na região de Waipio. Após transferir alguns lotes de plantas para locais diferentes, em diferentes datas, o autor verificou que as condições climáticas anteriores ao início do período indutivo não tiveram efeito sobre a iniciação floral. Uma vez que para as duas regiões durante o período indutivo, as temperaturas máximas e mínimas mantiveram-se dentro dos limites teóricos ideais (31°C e 18°C respectivamente) e pouco diferiram entre si, COLEMAN (1960) concluiu que a diferença na porcentagem de florescimento foi devido a diferenças de precipitação pluviométrica (61mm em Kailua contra 11,43mm em Waipio) e horas de insolação média (3,73 em Kailua e 8,30 em Waipio) nas duas regiões.

PANJE e SRINIVASAN (1960) descreveram resultados de estudos da interrelação florescimento versus condições climáticas em cana-de-açúcar, ocorridas em Coimbatore, Índia. Analisando os dados climáticos ocorridos durante o período de indu-

ção, aqueles autores observaram que nos anos em que a média de chuva foi aproximadamente de 75mm, houve um atraso de cerca de 12 dias no florescimento sendo que nos anos com média de mais ou menos 205mm ocorreu um adiantamento de 9 dias no florescimento. Concluíram então os autores que a maior precipitação ocorrida nos anos floríferos, induzindo um aumento da umidade atmosférica e do solo, provocou mais rápido desenvolvimento e emergência da inflorescência.

O menor índice de florescimento encontrado em regiões de baixa altitude é mencionado também como resultado de baixa precipitação e altas temperaturas (ELLIS et al, 1967; VAN BREEMEN et al, 1963). ELLIS et al (1967) verificaram que, numa região canavieira ao nível do mar, com 9 dias de chuva totalizando 130,5mm, o florescimento foi menos pronunciado que em outra região próxima, porém a mais de 400m de altitude. Nesta última ocorreram 12 dias de chuva num total de 298mm, e o florescimento foi intenso.

YEU (1980) enfatiza resultados dos trabalhos anteriores, sobre a importância da umidade do solo no desenvolvimento da panícula, através de experimentos de irrigação. Os resultados mostraram que, com irrigação semanal, 50% dos colmos da variedade F134 floresceram; com tratamento quinzenal apenas 41%, e nos campos sem irrigação o florescimento não ocorreu.

A relação entre a quantidade de água aplicada e a extensão do florescimento indica a existência de diferenças clonais com relação a sensibilidade floral à seca (GOSNELL, 1973).

RÖHRIG et al (1960) também observaram que a irrigação por aspersão usada para provocar diminuição da temperatura má-

xima e aumentar a disponibilidade hídrica para as plantas, intensificou grandemente o florescimento em ambientes quentes e áridos.

Trabalhando com a variedade IAC 52-150, CARLUCCI e RAMOS (1989) observaram em experimentos com suspensão da irrigação, que a deficiência hídrica prejudicou marcadamente o desenvolvimento da inflorescência na fase de 'encartuchamento', assim como no período de emergência, induzindo a uma paralização destes processos. Apesar das temperaturas máximas terem sido altas durante a indução e iniciação floral, não foi verificado qualquer efeito negativo nas plantas com irrigação contínua.

A quantidade de água disponível às plantas interfere, portanto, nos processos afetados por temperatura elevada. Em regiões tropicais de clima quente e úmido, com temperatura máxima de 30°C e precipitação média de 163mm, foi observado um florescimento de 100%, enquanto que para as mesmas variedades cultivadas em regiões de clima quente e seco, com temperatura máxima média de 31°C e precipitação média de 56mm, não ocorreu nenhum florescimento. Parece portanto que, nessas condições, a temperatura não é um fator limitante, enquanto que precipitação e dias de chuva o são (YEU, 1980).

Segundo MOORE (1987), a inibição do florescimento por temperaturas altas pode estar associada aos efeitos térmicos diretamente, mas também ser provocada indiretamente por estresse hídrico.

Recentemente PEREIRA et al (1986) demonstraram através de um levantamento de dados climáticos que, em São Paulo, a variedade NA 56-79 foi bastante sensível à falta de chuva, florescendo em anos com média de 198mm de chuva durante 10

dias, e não florescendo em anos com média de 65mm de chuva durante 6 dias.

Vários autores têm sugerido, após análise dos resultados das pesquisas envolvendo clima e florescimento de cana-de-açúcar que, em regiões onde ocorrem condições de menor diferença entre as temperaturas extremas, maior número de dias com temperaturas entre 18°C e 31°C, maior precipitação, e maior número de dias de chuva durante e logo após o período indutivo, o florescimento será certamente mais intenso (CLEMETS e AWADA 1967; ELLIS et al, 1967; JUANG, 1969; GOSNELL, 1973; YEU, 1980; PEREIRA et al, 1986; MOORE, 1987; MOORE e NUSS, 1987).

4. Mecanismos de acúmulo e utilização de sacarose

A sacarose produzida nas folhas através de processos associados à fotoassimilação do CO₂, é a principal forma de açúcar translocada e armazenada nos colmos de cana-de-açúcar (HARTT, 1965), sendo sintetizada a partir dos fotossintetizados primários glicose e frutose, pela ação das enzimas sintetase de sacarose (FRYDMAN e HASSID, 1963) e sintetase de sacarose fosfato (HAQ e HASSID, 1965), presentes nos cloroplastos. Após sua biossíntese, aquele metabólito segue pelo sistema condutor do floema e, através da bainha, atinge o colmo onde é distribuída lateralmente para as células do parênquima de armazenamento (GAYLER e GLASZIOU, 1972).

No espaço externo das células de armazenamento, em tecidos imaturos, a sacarose é hidrolizada a glicose e frutose, pela ação das invertases ácidas solúveis (GLASZIOU, 1962; HATCH et al, 1963; GLASZIOU e GAYLER, 1972; SUZUKI, 1983; OLIVEIRA, 1985). Já em tecidos maduros é hidrolizada pela inver-

tase ácida não solúvel ligada à parede celular e pela invertase neutra, localizada no citoplasma (HATCH e GLASZIOU, 1963; HAWKER e HATCH, 1965; GLASZIOU e GAYLER, 1972; SUZUKI, 1983; OLIVEIRA, 1985).

As hexoses, glicose e frutose, após passagem para o compartimento metabólico sofrem um processo de interconversão e fosforilação dando origem a formação de sacarose-fosfato (sacarose-P) sob a ação da enzima sintetase de sacarose fosfato. A quebra da ligação fosfato, libera a energia necessária para a passagem ativa da sacarose para os vacúolos, compartimento de armazenamento (GLASZIOU, 1961; SACHER et al, 1963; HATCH et al, 1963).

Nos tecidos imaturos com intensa atividade metabólica, grande quantidade de invertase ácida solúvel pode também ser encontrada nos vacúolos, sendo sua função hidrolizar a sacarose já acumulada. As hexoses resultantes retornam ao citoplasma sendo então particionadas para suprir substrato à glicólise, respiração, síntese de aminoácidos, etc. (SACHER et al, 1963; GLASZIOU e BULL, 1967; GAYLER e GLASZIOU, 1972).

Nos tecidos maduros com baixa taxa de crescimento (alongamento dos internódios), a utilização das hexoses também é baixa, a atividade da invertase ácida vacuolar diminui e a atividade da invertase neutra e concentração de sacarose aumenta (HATCH e GLASZIOU, 1963; SAMPIETRO et al, 1980; SUZUKI, 1983).

Em plantas sob condições limitantes para o crescimento, como baixas temperaturas, estresse hídrico e nutricional, ocorre concomitantemente queda da atividade da invertase ácida solúvel e aumento da atividade da invertase neutra, induzindo a um maior acúmulo de açúcares nos colmos (GLASZIOU e BULL, 1967; ALEXANDER, 1973; OLIVEIRA, 1985).

Segundo MACHADO (1987) ocorre que, sob condições climáticas favoráveis ao crescimento, não há armazenamento significativo de sacarose, inclusive em internódios maduros. Em condições menos favoráveis há o inverso, indicando que crescimento e armazenamento são dois processos que competem pelos fotossintetizados disponíveis e seu destino é regulado em parte, pela ação das invertases.

Tem sido mencionado, no entanto, que diferentes variedades modulam a atividade invertásica e a dinâmica do sistema fonte-dreno de acordo com as características genéticas próprias.

ALEXANDER e SAMUELS (1968) observaram que sob condições de baixa temperatura (média de 10°C) a variedade P.R 980, com alta produtividade agrícola (tonelagem de cana), acumulou bem menos sacarose nos tecidos imaturos que a variedade P.R1059 caracterizada como uma variedade "rica" em termos de concentração de sacarose. No entanto, em condições de temperaturas mantidas em torno de 27°C , ambas foram incapazes de armazenar as quantidades normais de sacarose. A maior capacidade de armazenagem de P.R1059 em condições de baixas temperaturas foi explicada pelo fato de que naquelas condições as plantas apresentaram uma queda de 88% no teor de invertase ácida nos tecidos jovens contra 25% da variedade P.R980, enquanto que outras enzimas, tais como, ATPase, amilase e fosfatase, mostraram uma atividade ligeiramente superior.

RIZK e NORMAND (1968) estudando a relação entre tipos de invertase e conteúdo de açúcar em três variedades, com especial referência a diferentes partes do colmo, mostraram que as atividades invertásicas diferem com a variedade estudada, sendo a maior atividade observada na variedade CP42-10, que mos

trou menor pureza e menor porcentagem de sacarose no caldo. Si milarmente, tanto a invertase ácida como a invertase neutra foram mais ativas no terço superior do colmo, o qual apresentou a mais baixa pureza e teor de sacarose. No entanto, nas porções mediana e basal, os valores de açúcares e enzimas foram praticamente iguais, evidenciando que o potencial para amadurecimento e o controle enzimático são maiores no ápice do colmo, onde estádios de maturação ainda têm de ser completados.

Alterações nas atividades invertásicas e nas concentrações de carboidratos solúveis foram estudadas por OLIVEIRA (1985), utilizando três variedades comerciais, sob condições de estresse hídrico. O autor observou que, apesar das diferentes respostas entre os materiais estudados, de modo geral o acúmulo de sacarose nos tecidos em crescimento estava relacionado a redução na atividade das invertases, e da taxa de crescimento daqueles tecidos.

Apesar dos vários estudos desenvolvidos, OLIVEIRA (1985) salienta que não existem na literatura informações sobre o efeito da temperatura nas atividades invertásicas associadas aos processos de florescimento e 'chochamento'.

5. Condições climáticas e maturação

Vários trabalhos têm demonstrado que o declínio dos níveis de umidade do solo e baixas temperaturas, por reduzirem a taxa de crescimento dos colmos, assim como a maior radiação solar, aumentam a quantidade de sacarose armazenada nos internódios de cana-de-açúcar (CLEMENTS, 1940; LUGO-LÓPEZ e CAPÓ, 1954; GLASZIOU et al, 1965; WALDRON et al, 1967; ALEXANDER,

1973; SHAW, 1980; YATES, 1983; CHAPMAN, 1983; YATES, 1986).

Segundo LUGO-LÓPEZ e CAPÓ (1954), alto conteúdo de sacarose está associado a abundante precipitação pluviométrica durante o período de crescimento, e clima seco e frio durante os 3 a 4 meses anteriores a colheita. DAS (1935) concluiu que maior amplitude de variação de temperatura que ocorre em dias claros e noites frias, conduzem a maior acumulação de açúcar, afetando significativamente a qualidade do caldo. Aquele autor salienta que a maior riqueza do caldo seria decorrente da baixa taxa de respiração e inibição do metabolismo, portanto, menor degradação dos fotoassimilados (DAS, 1931). GLASZIOU (1964) mostrou que além de baixa temperatura média diária, também alta irradiação se constitui em importante fator de indução ao acúmulo de açúcares no colmo da cana-de-açúcar. Em relação à temperatura, WALDRON et al (1967) observaram que plantas submetidas, por longo período, a temperaturas de 17/10°C dia/noite, mostraram interrupção do alongamento do colmo e aumento do teor de açúcar armazenado, seguido por um declínio na eficiência fotossintética, que lentamente cresceu quando a temperatura foi aumentada.

YATES (1986) concluiu ser a radiação, medida por horas de brilho solar, o mais importante fator indutor de alterações de sacarose na cana (pol % cana), sendo que a máxima influência foi exercida por radiação cumulativa durante o período de 8 semanas antes da colheita. A precipitação pluviométrica se revelou menos importante, uma vez que sua escassez afetou a pol, o teor de açúcar teórico recuperável e o teor de fibra % cana, somente após 16 semanas, sugerindo que seu efeito foi, pelo menos em parte, resultado de dissecação.

Na região Sudeste do Brasil, as condições climáticas que prevalecem são propícias à maturação da cana-de-açúcar a partir dos meses de abril e maio. A queda da temperatura e o período de seca e radiação solar relativamente alta, que normalmente ocorrem a partir daquela época do ano, são fatores que favorecem a maturação (DEUBER, 1986). No entanto, no sul do Estado de São Paulo e norte do Paraná, as geadas que podem ocorrer, dependendo da sua intensidade, podem prejudicar o rendimento da cultura da cana-de-açúcar.

Segundo CROSS (1945), quando a temperatura ambiente não atinge valores abaixo de -2°C , a planta pode se manter normalmente, embora ocorra a morte da gema apical. As brotações laterais se manifestam depois de várias semanas, ocasionando, após esse período, uma queda no teor de sacarose armazenada no colmo, que é invertida formando hexoses para a manutenção do nível de energia metabólica necessária ao crescimento.

Tem sido observado que a geada de baixa intensidade induz melhoria da qualidade do caldo da cana-de-açúcar, logo após sua ocorrência. Esse aspecto foi realçado por FOGLIATA (1966), estudando 6 variedades, que apresentaram aumento médio de 8 kg de açúcar por tonelada de cana, 41 dias após a temperatura mínima do ar ter caído abaixo de 0°C durante 14 dias consecutivos. Este aumento no rendimento foi consequência dos maiores teores de pol, brix e pureza do caldo. Resultados semelhantes foram encontrados por MENDONÇA (1981). Trabalhando com diversas variedades, o autor observou que o teor de açúcares redutores tendem a diminuir, durante o período pós-geada, enquanto que os valores da pureza tenderam a aumentar, não relatando grandes diferenças nos teores de fibra % cana. A variedade IAC52-150 foi classificada como sensível e a SP 70-1143 como tolerante à

geada. Naquela variedade observou um aumento máximo na pol de +2,5 no 78º dia enquanto para a SP70-1143 de +3,4, 107 dias após a geada. A partir desses dias, os valores começaram a decrescer.

6. Florescimento afetando as características tecnológicas da cana-de-açúcar

6.1. Qualidade do caldo

A influência do florescimento na composição e qualidade do caldo extraído de colmos de cana-de-açúcar, tem sido objeto de vários estudos, porém, os resultados obtidos são muitas vezes contraditórios.

A controvérsia existente deve-se ao fato de que fatores, tais como variedade, época de plantio ou corte anterior, época da colheita, formação de brotos laterais, grau de disponibilidade e condições climáticas após florescimento, determinam a extensão do efeito da formação da panícula sobre as características tecnológicas do caldo (ALMEIDA et al, 1945; GOMES et al, 1952; STEHLÉ a e b, 1955; STORY, 1969; ALEXANDER, 1973; LONG, 1976; SALATA et al, 1982; RODRIGUES et al, 1985).

Trabalhos pioneiros desenvolvidos no Brasil por ALMEIDA et al (1945) e GOMES et al (1952) na região de Piracicaba, mostraram que a influência do florescimento na composição do caldo foi, principalmente, função da variedade estudada. Aqueles autores observaram que, de modo geral, as canas florescidas desenvolveram um processo de maturação normal, inclusive apresentando, após a emissão da panícula, maior brix, pol e pureza, quando comparadas com as canas não florescidas. Os resultados

mostraram que as variedades CO-241 e CO-331, de florescimento precoce, somente atingiram a maturação 3 a 4 meses após a emissão da inflorescência, quando apresentaram o máximo de pol, pureza e de peso do colmo e o mínimo de açúcares redutores.

Diversos autores mostram-se concordantes com a teoria de que o florescimento melhora a qualidade industrial da cana. (FOGLIATA e MORIN, 1974; GOSNELL e LONG, 1973; SALATA et al, 1982; RODRIGUES et al, 1985).

MARTIN-LEAKE (1946) determinou que canas florescidas apresentaram, no final da safra, baixa porcentagem de açúcares redutores e aumento temporário de pureza no caldo. GONZALEZ (1961) também salientou que para as variedades CO290 e MEX 5248, a deterioração dos colmos só se iniciou 4 a 5 meses após início da floração.

BENDIGIRI et al (1980) observaram que o florescimento induziu melhoria da qualidade do caldo durante os três meses após o seu início, sendo que, após esse período, ocorreu um decréscimo que afetou a produtividade de colmos, devido a uma diminuição no peso médio da cana. Também para a variedade IAC 48-65 foi observado que o processo de maturação continuou até o final de julho, mesmo com florescimento de 60%, quando a pol % cana atingiu até 13,9% para colmo inteiro (NUNES JR. et al, 1982).

COLETI et al (1984), trabalhando com a variedade NA 56-79 num ano com 86% dos colmos florescidos, verificou um aumento da pol na base, no meio e também na porção superior dos colmos, com um gradiente crescente da base para o ápice. Resultados semelhantes foram encontrados por SALATA et al (1982) para as variedades IAC 52-150, IAC 48-65, IAC 51-205 e NA 56-79. Observaram os autores que o efeito do florescimento se deu, em maior intensidade, considerando-se as regiões do colmo, do que as fases da cultura (florescida, em florescimento, não floresci

da). Ressaltaram, no entanto, que ocorreram diferenças de comportamento entre as variedades estudadas.

IAIA et al (1985) reportaram que as variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 não tiveram a maturação afetada pelo florescimento, sendo que o fenômeno chegou a favorecer a qualidade do caldo, porém, em detrimento da produtividade agrícola (ton/ha).

Recentemente, DEUBER (1986) verificou que ocorreram elevações contínuas dos teores de sacarose durante o desenvolvimento do processo de florescimento, nas variedades SP 70-1078, SP 70-1143 e IAC 52-150, sendo que os maiores incrementos ocorreram até o mês de junho.

A melhoria da qualidade do caldo após florescimento difere, em duração e intensidade, entre as variedades. Existem variedades que iniciam a deterioração fisiológica cerca de 1 mês (ALMEIDA et al, 1945) até 5,5 meses (RODRIGUES et al, 1985) após o florescimento, evidenciando que a máxima maturação pode ocorrer durante ou após o florescimento.

De modo geral, no entanto, a deterioração dos colmos começa após a expansão total da panícula, quando a porção superior do colmo murcha e seca junto com a rãquis da inflorescência (ALMEIDA et al, 1945; STEHLÉ, 1955b).

Se, após a emergência da panícula, as condições climáticas se mantiverem favoráveis ao acúmulo de sacarose (clima frio e seco), pouco efeito terá o florescimento na produção de açúcares, desde que a colheita não se processe muito tardiamente. No entanto, ocorrendo elevação da temperatura e chuva, que estimularia a formação e crescimento de brotos laterais na porção superior dos colmos, haveria uma inversão acentuada na sacarose acumulada, com aumento de açúcares redutores e diminuição da pureza do caldo. Açúcares recuperáveis % cana e no caldo se reduziriam (STEHLÉ; 1955; STORY, 1969), e todo ganho inicial se

perderia (RODRIGUES et al, 1985).

Na dependência do "flechamento" ocorrer bem antes da maturação ou não, da formação ou não de brotos laterais, o açúcar também poderia, ou não, ser afetado. O efeito negativo do florescimento dependeria, desse modo, do mês da colheita (BARBIERI et al, 1984; LONG, 1976).

INMAN-BAMBER e WOOD (1987) observaram que a época da colheita influenciou o conteúdo de sacarose independentemente das distâncias do ápice, idade da cultura e número de folhas verdes, porém salientaram uma menor influência da colheita com distância do ápice.

Apesar de ter sido descrito que o aparecimento de brotos laterais seria indício de deterioração do colmo, alguns autores acreditam que essas brotações, após expansão de novas folhas, produziriam assimilados suficientes para a sustentação do crescimento do colmo principal (JULIEN et al, 1978, 1980; GOSNELL e JULIEN, 1976).

LONG (1976) observou que variedades com desenvolvimento maior e mais rápido de brotos laterais poderiam ser colhidas mais tardiamente, mantendo, e em alguns casos até aumentando, o teor de açúcar no colmo. Resultados semelhantes foram descritos por RAO (1977), que observou que a formação de 2 a 3 brotos laterais em cana-planta contribuíram com 28,5% do total do peso do colmo, e com 23,7% do total de açúcar.

STUPIELLO (1986) ressalta que, se as gemas laterais iniciarem a brotação, e em seguida interromperem seu desenvolvimento por falta de umidade, haverá apenas inversão da sacarose sem, contudo, haver consumo de açúcares. Naquelas condições o resultado das análises levaria a falsa interpretação de que a cana estaria verde, quando na realidade estaria deteriorando.

Ainda segundo o autor, no Estado de São Paulo, essa situação de deterioração fisiológica devido ao florescimento, ocorreu com muita frequência na safra 85/86.

A maioria dos especialistas acredita que o principal efeito negativo do florescimento é a interrupção da formação de novas folhas e, principalmente, novos internódios que se observa após indução floral, diminuindo as dimensões dos tecidos de armazenamento de açúcar (STORY, 1969; RAO, 1977).

RAO (1977) observou que canas que apresentavam 8 internódios maduros quando da indução floral foram colhidos, após 5 meses, com mais cinco internódios previamente formados, e que se alongaram após iniciação da inflorescência, e mais 7 internódios em formação nos brotos laterais. Canas vegetativas acrescentaram mais 16 internódios maduros aos 8 primeiros. Assim 13 novos internódios ativos para armazenamento de sacarose se desenvolveram nas canas florescidas, contra 24 nas canas que permaneceram vegetativas.

Segundo STEHLÉ (1955a) a perda de tonelagem que se verificou nas canas florescidas é, no entanto, compensada pelo aumento da quantidade de açúcar produzido por área.

Outra questão que permanece em aberto, referente ao processo de florescimento em cana-de-açúcar, é o eventual carreamento de metabólitos para a panícula durante o processo de desenvolvimento reprodutivo, a partir das substâncias previamente armazenadas na porção superior do colmo.

Sabe-se que tecidos com alta atividade metabólica se constituem em drenos de carboidratos solúveis, e que uma maior parcela dos fotossintetizados recém produzidos nas folhas são utilizados para sustentar os processos de divisão celular com alta demanda energética, podendo inclusive os açúcares já

armazenados serem mobilizados e transportados para esses drenos (GLASZIOU et al, 1965; CROCOMO e SILVEIRA, 1983). No caso da cana-de-açúcar, a inflorescência pode ser considerada um dreno importante, uma vez que a panícula é constituída por uma raquis (eixo principal) que chega a atingir mais de 1,50m de comprimento (CLEMENTS, 1975), e dela partem numerosas ramificações secundárias e terciárias (VAN DILLEWIJN, 1952; ALMEIDA et al, 1945), representando milhares de novas células em formação após a indução floral (BERNIER et al, 1981).

Segundo BARBIERI et al (1984), variedades com alto potencial para o florescimento devem ser colhidas imediatamente no início da emergência da inflorescência, pois, para emissão das panículas e brotações laterais, há consumo de energia armazenada na forma de açúcares.

STEHLÉ (1955b) salientou que, paralelamente a inversão da sacarose e produção de hexoses, usadas no crescimento da inflorescência e alongamento dos internódios superiores, a síntese de sacarose ocorre continuamente nas folhas, sendo acumulada nos vacúolos das células parenquimáticas do colmo.

Desta maneira, constantes análises sacarimétricas devem ser realizadas para a detecção do momento mais favorável para o corte, ao se determinar a máxima concentração de sacarose no colmo como um todo.

Como o teor de sacarose aumenta com o aumento do teor de sólidos solúveis, e dada a correlação existente entre ambos, especialmente em canas maduras, o Brix refratométrico se apresenta como uma forma simples e correta de determinação do estágio de maturação (STUPIELLO, 1987).

6.2. Extração do caldo ("chochamento")

Segundo SALATA et al (1982), o problema do florescimento não está associado a perda de açúcar % cana, mas à diminuição do volume do caldo em consequência do "chochamento" nos internódios superiores. Ressaltam os autores que, de acordo com o estágio de florescimento, há uma evolução do grau de "chochamento", sendo que a intensidade de sua ocorrência é uma característica varietal.

Algumas variedades como a IAC 52-150 e IAC 48-65 (NUNES JR. et al, 1982; SALATA et al, 1982; PEIXOTO e MACHADO 1983; IAIA et al, 1985), apresentam maior grau de "chochamento" em decorrência do florescimento, com maior perda de caldo. Outras variedades praticamente não são afetadas (menor perda de caldo), como a NA 56-79 e SP 71-799, existindo aquelas de comportamento intermediário como a SP 70-1143 (NUNES JR. et al, 1982; STUPIELLO, 1984; DEUBER, 1986).

Vários autores reportam que, nas variedades que florescem e que apresentam o fenômeno do "chochamento", ocorre um proporcional aumento do teor de fibra, o que causa problemas para a extração do caldo durante a industrialização, resultando em menor quantidade de açúcar recuperável (ALMEIDA et al, 1945; STEHLÉ, 1955 a e b; DAVIES, 1967; STORY, 1969; RAO, 1977; NUNES JR. et al, 1982; COLETI et al, 1984; DEUBER, 1986).

ALMEIDA et al (1945) observaram, nas variedades florescidas, um aumento no teor de fibra entre o mês de junho e início do mês de setembro, com posterior estabilização. Essa tendência de aumento e estabilização no teor de fibra, concomitante ao crescimento da panícula, foi também observada para a variedade IAC 52-150 (SALATA et al, 1982) e SP 70-1143 (NUNES JR. et al, 1982). Resultado semelhante foi descrito por LONG (1976).

Uma vez que a porcentagem de fibra na cana aumenta mais ou menos proporcionalmente com a diminuição do volume do caldo, variedades com estabilização no teor de fibra mostram, também, no final do ciclo, pouca alteração de volume de caldo. A maior intensidade de perda de caldo ("chochamento") ocorre até o crescimento total da panícula (NUNES JR. et al, 1982; IAIA et al, 1985).

Tem sido descrito que o "chochamento" é, na realidade, uma desidratação dos tecidos do colmo que, ao perderem água vão adquirindo a coloração esbranquiçada visualizada em corte transversal (DEUBER, 1986). Segundo RAO (1977), além da perda de água ocorre, também, perda de conteúdo celular do parênquima de armazenamento.

No entanto, vários autores descrevem que a perda de água não é necessariamente associada a perda de açúcar, uma vez que a pol % caldo não é afetada, o mesmo ocorrendo com a pol % cana, que é uma consequência do teor de fibra da cana, podendo esta, até, apresentar valores crescentes mesmo com a ocorrência de "chochamento" em 20 a 60% dos internódios (SALATA et al, 1982; COLETTI et al, 1984; IAIA et al, 1985; DEUBER e IRVINE, 1986; STUPIELLO, 1987).

Ocorrendo "chochamento" e conseqüente redução do volume do caldo, com manutenção do valor da pol % cana, o problema se reflete diretamente sobre as operações industriais a nível de Usina.

O problema referente a extração do caldo se concentra, basicamente, na porção superior do colmo, uma vez que o "chochamento" se inicia logo abaixo do ponto de crescimento e caminha em direção a base. Na maioria das variedades apenas a metade superior do colmo é atingida.

Segundo LOPEZ-HERNANDES (1965) o efeito do florescimento sobre a ocorrência de "chochamento" se manifestou do 7º entrenó para cima, havendo diminuição da porcentagem de caldo extraído em cerca de 17%. Entretanto, a sacarose aparente calculada foi 6,64% maior nas canas florescidas.

NUNES JR. et al (1982) observou, para a variedade SP 70-1143, que a diminuição do volume de caldo foi de 20,50ml, no período de 5 de junho a 29 de julho, no terço superior do colmo. No terço médio foi de 12,50ml e no terço inferior de apenas 0,50ml.

De acordo com STUPIELLO (1986) e MATSUOKA e ARIZONO (1987), apesar da maior dificuldade no processamento da cana com "chochamento", tem sido enfatizado que a maior produção de bagaço, devido ao aumento do teor de fibra, provoca um excedente de matéria prima a ser utilizada de maneira rentável pela área industrial das Usinas. Assim, a "cana energia" contendo maior quantidade de matéria combustível, e mantendo concentração suficiente de açúcar total, tem sido objetivo de alguns programas de melhoramento, que visam teores de fibra da ordem de 25%.

No entanto, enquanto os programas de desenvolvimento da "cana energia" não são implantados, a distribuição do caldo e açúcar na porção superior do colmo continua a se constituir em grande preocupação para os produtores, determinando o limite da produção econômica (STEHLÉ, 1955b; COLETI et al, 1984; INMAN-BAMBER e WOOD, 1987).

Considerando-se que diferentes variedades apresentam diferentes intensidades de "chochamento", podendo atingir níveis prejudiciais ao rendimento econômico, tem sido recomendada a prática de desponte durante a colheita, evitando transportar matéria inútil ao processo de industrialização (BARBIERI et

al, 1984; BARBIERI e LOPES, 1987).

Em trabalho realizado com a variedade NA 56-79, foi demonstrado que a prática do desponte convencional versus des-
ponte total, com a eliminação dos internódios "chochos", resul-
tou em aumento de produtividade de 18,65 ton/ha (COLETI et al,
1984).

Resultados semelhantes foram observados por FERNAN-
DES, citado por STUPIELLO (1986). Segundo aquele autor, quanto
mais severo o desponte, menor a produtividade agrícola e indus-
trial.

Segundo ARCENEUX (1935) o desponte seletivo com ba
se varietal minimizaria diferenças de produção entre canas de
alta e baixa qualidade. Variedades que amadurecem mais tarde
têm na porção superior uma menor qualidade do caldo e tenderiam
a ter baixa produção de açúcar por tonelada de cana a menos que
o desponte fosse mais intenso.

Assim observa-se que, dependendo dos vários fatores
citados anteriormente, o florescimento pode não se constituir
em processo indesejável no que se refere à manutenção de altos
níveis de produtividade da cana-de-açúcar.

III MATERIAIS E MÉTODOS

1. Experimento 1 - Desenvolvimento Floral x Condições Climáticas

As variedades utilizadas foram a IAC 52-150 e a SP 70-1143 ambas floríferas. Os ensaios foram conduzidos na Estação Experimental da Copersucar em Piracicaba (CTEP) em 1984 e 1985 e no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agrônomo, SP em 1986. O desenvolvimento da inflorescência da variedade IAC 52-150 foi acompanhado nos três anos citados e na variedade SP 70-1143 apenas durante o ano de 1985.

No início dos experimentos, (mês de fevereiro) as plantas estavam no estágio de soqueira, tendo sido o último corte realizado em final de agosto do ano anterior. Os talhões experimentais, parcela varietal, eram constituídas por 20 linhas de 50 metros, com espaçamento entre linhas de 1,40m.

Durante o período experimental foram coletados semanalmente, 10 ponteiros dos colmos mais vigorosos, ao acaso dentro das linhas centrais dos talhões. Desses, após remoção das folhas mais externas, foi separada a porção incluindo o ponto do crescimento. Até que a inflorescência medisse 1cm de comprimento, a região meristemática apical foi removida e fixada em FAA 50%, desidratada na série de álcool butílico terciário e embebida em parafina. Em seguida o material foi seccionado em cortes longitudinais seriados de 10 μ m, dos quais os melhores foram fotomicrografados. Mediu-se o comprimento das inflorescências desde a diferenciação até a senescência, sendo as primeiras medidas feitas em escala, no microscópio e ao atingirem 1cm passou-se a realizar as medidas com régua milimetrada.

Dados climatológicos de temperatura e precipitação foram coletados nos postos meteorológicos das Estações Experimentais do Instituto Agrônomo em Campinas, e da Copersucar em Piracicaba. Na Figura 1 são apresentados os dados de temperatura máxima, mínima e precipitação pluviométrica diárias, coletadas durante o período fotoindutivo.

Nas regiões de Piracicaba ($22^{\circ}43'S$) e Campinas ($22^{\circ}53'S$) o fotoperíodo indutivo ocorre anualmente na mesma época, entre 25/2 e 20/3, conforme resultados apresentados por BARBIE RI et al (1981).

Dados de temperatura máxima e mínima média, assim como de precipitação total a cada 10 dias, coletados durante o período de 10/2 a 31/7, são apresentados na Figura 3.

A avaliação final da porcentagem de florescimento foi realizada em 29 de julho, dissecando-se os ápices de 100 colmos de cada variedade, considerando-se 10 colmos uma repetição. Depois de examinado o ponto de crescimento apical, foi anotada a frequência de colmos não induzidos, induzidos, encartuchados e florescidos. Foram considerados induzidos colmos com panículas de até 10cm. Acima desse tamanho os mesmos foram classificados como encartuchados ou florescidos.

2. Experimento 2 - Análises Tecnológicas e de 'Chochamento'

2.1. Aspectos Gerais - Amostragens

Foram utilizadas as variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, cujas amostras foram retiradas dos mesmo talhões do Experimento 1, durante o ano de 1985. Para as análises, o material foi dividido em duas amostras: a primeira para a realização das análises tecnológicas e a segunda utilizada para o acompanhamento da evolução do 'chochamento' e florescimento, no campo.

2.1.1. Amostragens para análises tecnológicas

Para a quantificação das alterações das características tecnológicas da cana-de-açúcar associadas ao processo de florescimento/chochamento, foram realizadas amostragens com frequência aproximadamente quinzenal a partir de 7/5/85 até 29/8/85, período em que as transformações mais significativas seriam esperadas durante o florescimento.

Dentro dos talhões de cada variedade, foram escolhidos ao acaso 3 pontos entre as linhas centrais, cada um representando uma repetição, nos quais foram retirados 10 colmos mais desenvolvidos (primários e secundários), originários de pelo menos 2 touceiras.

Em cada colmo o desponte foi feito considerando-se dois entrenós acima do primeiro entrenó consolidado (a partir do ápice), ou seja aqueles que se apresentavam com os tecidos bastante rígidos (SALATA, *et al*, 1982). Os colmos de cada amostragem foram então divididos em cinco regiões diferentes. Primeiramente os colmos foram divididos em duas metades. A porção inferior foi subdividida em duas partes iguais (mesmo número de entrenós) sendo a parte mais próxima do solo denominada região A (Basal) e a imediatamente acima dela região B (Média Inferior). A metade superior foi dividida em três partes iguais sendo a parte mais inferior e logo acima da região B denominada região C (Média Superior) e a acima desta, região D (Apical). A região E correspondente a porção mais superior, foi eliminada por não apresentar quantidade suficiente de material maduro para análise.

Após identificadas e agrupadas, as amostras foram enviadas ao laboratório da Seção de Fitoquímica do Instituto Agrônomo para as análises tecnológicas, realizadas de acordo

com a metodologia da prensa hidráulica (TANIMOTO, 1964), com cálculos baseados em ZULLO e RAMOS (1984). No caldo extraído foram anotados os dados da pol (sacarose), brix (sólidos solúveis), açúcares redutores e o volume, e a partir do resíduo fibroso da prensagem, a porcentagem de fibra da cana. Com esses dados calcularam-se a pureza do caldo e o açúcar teórico recuperável (ATR), esse último segundo FERNANDES (1985).

2.1.2. Amostragens para Avaliação de 'Chochamento'

Vinte colmos desenvolvidos foram coletados, a fim de acompanhar a evolução do 'chochamento', por variedade, durante o processo de crescimento da inflorescência de 9/5 a 25/8. Cada colmo foi submetido a uma avaliação visual dos entrenós, por meio de cortes transversais a partir do ponteiro até a base. O grau de 'chochamento' foi avaliado de acordo com a porcentagem da área seccionada que se encontrava chocha, da seguinte forma: 0-25%, 25-50%, 50-75% e 75-100%.

Foi calculada, a média do grau de 'chochamento' do colmo por partes, seguindo as mesmas divisões usadas para análise tecnológica.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Iniciação Floral da variedade IAC52-150 em 1984, 1985 e 1986 e da variedade SP70-1143 em 1985 com relação as condições ambientais no fotoperíodo indutivo.

Observa-se pelo Quadro 1 que as condições de temperatura e precipitação nos anos de 1984, 1985 e 1986, durante o período indutivo, da cana-de-açúcar, divergiram bastante, provocando diferentes respostas da planta em relação ao desenvolvimento floral. Esse fato pode ser constatado pelas porcentagens de florescimento apresentadas no Quadro 2.

Pode-se verificar que, em 1984, as condições de temperatura e precipitação durante o período indutivo na região de Piracicaba, não foram favoráveis ao florescimento da cana-de-açúcar. Apesar de, nesse período, ter ocorrido elevado número de noites indutivas, isto é 21, com temperatura mínima (T_{\min}) $\geq 18^{\circ}\text{C}$, o número de dias não indutivos com temperatura máxima ($T_{\max.}$) $\geq 31^{\circ}\text{C}$ também foi muito elevado, chegando a 88% do total dos dias críticos. Assim, em apenas 3 dias as temperaturas mínima e máxima se mantiveram entre os limites ideais de 18°C (COLEMAN, 1969; PALIATSEAS, 1963; BARBIERI *et al*, 1981) e 31°C (ELLIS *et al*, 1967; JULIEN *et al*, 1974).

Ainda com relação as temperaturas, pode-se verificar no Quadro 1 que ocorreram 12 dias consecutivos com $T_{\max.} > 31^{\circ}\text{C}$. A diferença média entre T_{\max} e T_{\min} foi de aproximadamente 14°C , e em apenas 6 dias essas diferenças foram menores que 13°C .

Observa-se, portanto, que em 1984 ocorreu um conjunto de condições térmicas desfavoráveis ao florescimento da cana-de-açúcar, quais sejam, praticamente a totalidade do pe-

Quadro 1 - Dados climáticos referentes ao período de 25 de fevereiro a 20 de março de 1984¹ e 1985¹ na região de Piracicaba, SP e de 1986² na região de Campinas, SP.

Ano	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1984	4	22	3	3	12	14	198,1	47,3	5	16,0	88,0
1985	11	1	13	5	1	10	104,8	207,0	-14	45,8	4,2
1986	0	8	16	0	4	10	133,5	124,3	13	0,0	33,3

A = Número total de noites com temperatura mínima $< 18^{\circ}\text{C}$.

B = Número total de dias com temperatura Máxima $> 31^{\circ}\text{C}$.

C = Número total de dias com temperatura $18^{\circ}\text{C} < T < 31^{\circ}\text{C}$.

D = Número máximo de dias consecutivos com temperatura mínima $< 18^{\circ}\text{C}$.

E = Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima $> 31^{\circ}\text{C}$.

F = Amplitude média de temperatura.

G = Horas de brilho solar.

H = Precipitação pluviométrica (mm).

I = Dias de chuva.

J = % de noites não indutivas ($T_{\text{min}} < 18^{\circ}\text{C}$).

K = % de dias não indutivos ($T_{\text{max}} > 31^{\circ}\text{C}$).

¹ Dados fornecidos pelo Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, SP.

² Dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico, Campinas, SP.

Quadro 2 - Porcentagem de colmos florescidos, 'encartuchados', induzidos e não induzidos das variedades IAC52-150 (1984 a 1986) e SP70-1143 (1985). Valores representam a média de 10 repetições.

	1984	1985		1986
	IAC52-150	IAC52-150	SP70-1143	IAC52-150
Florescidos	13,0	91,66	37,50	50,0
Encartuchados	15,4	8,33	27,50	38,0
Induzidos	21,2	-	16,66	11,0
Não induzidos	50,4	-	18,33	1,0

Florescidos - Com inflorescência totalmente expandida.

Encartuchados - Inflorescência de 10cm até em emergência.

Induzidos - Com inflorescência de até 10cm.

Não induzidos - Vegetativos.

ríodo crítico apresentou temperaturas máximas incompatíveis com o processo indutivo, além de gradiente térmico excessivamente amplo.

Vários autores enfatizaram a ocorrência de altas temperaturas como fator prejudicial ao florescimento da cana-de-açúcar, principalmente aquelas acima de 30°C (BRETT, 1951; DANIELS, 1963; ELLIS *et al*, 1967; JULIEN *et al*, 1974). O efeito acumulativo de temperaturas não indutivas, reduzindo ou inibindo a floração, já havia sido mencionado por PALIATSEAS (1963) e COLEMAN (1963).

Resultados obtidos por CLEMENTS (1975) evidenciaram que a ocorrência de temperaturas altas induziram maior amplitude térmica, realçando que, mesmo dentro de temperaturas ideais o florescimento pode ser prejudicado por amplitude térmica acima de 7°C . Aquele autor observou que, quando a diferença entre as temperaturas máxima e mínima atingiu 14°C , não ocorreu iniciação floral.

Com referência ao gradiente térmico, tem sido observado que 10°C seria a amplitude térmica limite. Maior e menor florescimento resultaria de uma diminuição ou aumento da amplitude de temperatura, além de possíveis efeitos diretos dessas temperaturas. CLEMENTS e AWADA (1967) e SINGH (1978) reforçam esse conceito, e descrevem ter encontrado diferenças entre $T_{\text{máx}}$ e $T_{\text{mín}}$ ao redor de 6°C nas regiões altamente floríferas.

Resultados semelhantes aos descritos neste trabalho foram reportados por PEREIRA *et al* (1986), que encontraram uma diferença média entre $T_{\text{máx}}$ e $T_{\text{mín}}$ no período indutivo nos anos de intenso florescimento, de cerca de 10°C , enquanto que, nos anos sem florescimento, aquele valor foi de 14°C . Observaram ainda os autores que, em anos floríferos, 82% dos dias mostra-

ram diferenças menores que 13°C , comparados com 60% nos anos sem florescimento.

Durante o ano de 1985, a situação foi aproximadamente inversa do que ocorreu em 1984, com relação as temperaturas extremas. O número de noites com $T_{\text{mín}} < 18^{\circ}\text{C}$ no período indutivo foi elevado, totalizando 11 noites, ou seja, 45,8%, sendo 13 o número de dias com $T_{\text{máx}} < 31^{\circ}\text{C}$. Ainda em 1985, ocorreram, também, 13 dias com temperaturas dentro da faixa indutiva ($18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 31^{\circ}\text{C}$), 10 dias a mais do que em 1984. A amplitude média de temperatura nesse ano foi de 10°C (Quadro 1).

Apesar da ocorrência de alta porcentagem de noites com temperaturas teoricamente não indutivas, a iniciação floral na variedade IAC52-150 não foi afetada, apresentando 100% dos colmos induzidos, sendo que na SP-701143, 88% dos colmos examinados apresentaram inflorescência em formação (Quadro 2).

Os resultados obtidos nesse estudo diferem da afirmação generalizada de que temperaturas abaixo de 18°C podem inibir a iniciação floral, sendo portanto não indutivas (COLEMAN, 1963).

Como sugerido por ARCENEUX (1967) deve se levar em consideração, para cada caso, o valor absoluto da temperatura alcançada, a frequência de ocorrência das mesmas e a variedade envolvida. Com relação a esse último fator, tem sido descrito que diferentes clones e variedades apresentam diferentes reações a baixas temperaturas, possivelmente por terem distintas temperaturas limites críticas (COLEMAN, 1969). No ano de 1985 ocorreram na região de Piracicaba, durante o período indutivo, 5 noites consecutivas com temperaturas abaixo de 18°C , sendo que em 4 delas a temperatura ficou entre $13,5^{\circ}\text{C}$ a $15,5^{\circ}\text{C}$ (Fig. 1). Esses valores ocorreram de 12 a 16 de março, portanto no último terço do fotoperíodo indutivo correspondendo a fase me-

nos crítica na produção de estímulo floral (CARLUCCI e DEUBER, 1987).

Resultados semelhantes foram encontrados por PALIATSEAS (1963), no que se refere ao número de noites com temperaturas menores ou iguais a 15°C . Esse autor mostra que 5 noites com temperatura de até 10°C não interferiu no florescimento final.

Considerando que os ciclos indutivos tem efeito aditivo, não sendo necessário que as noites indutivas sejam contínuas (COLEMAN, 1969), e desde que as plantas, permanecendo por tempo suficiente em fotoperíodo indutivo, florescem mesmo em temperaturas de até $15,5^{\circ}\text{C}$ (CLEMENTS e AWDA, 1967), os resultados aqui apresentado são concordantes com os dados descritos por outros autores.

No Brasil, BARBIERI *et al* (1981) mostrou que o florescimento pode ocorrer em 80% dos colmos, mesmo com 40% de noites com temperaturas abaixo de 18°C . No entanto, se as noites frias atingirem mais de 50% do total do período indutivo, a iniciação floral é inibida, mostrando ser muito estreita a faixa separatriz para frequência de temperaturas não indutivas.

O ano de 1986 foi, dos três anos acompanhados, o que mostrou condições menos extremas de temperatura. Não ocorreu nenhuma noite com $T_{\text{mín}} < 18^{\circ}\text{C}$, e em apenas 8 dias (33%) durante o período indutivo a $T_{\text{máx}}$ foi maior que 31°C , e mesmo assim durante, no máximo, 4 dias consecutivos. Essas condições permitiram que, em 16 dias, ou seja, 67% do total de dias fotoindutivos, as temperaturas fossem favoráveis à iniciação floral. Esse fato pôde ser comprovado pelos resultados mostrados no Quadro 2, em que 90% dos colmos examinados estavam induzidos.

Outro fator climático muito importante para a dife-

renciação e desenvolvimento floral, juntamente com a temperatura, é a precipitação pluviométrica. Nota-se pelo Quadro 1 que, em 1984, a quantidade de precipitação e o número de dias de chuva durante o período indutivo, foram fatores com efeito negativo na formação da panícula (Quadro 2). A precipitação total foi de 47,3mm em 5 dias, concentrada basicamente entre os dias 5 e 8 de março. Em 1985, no entanto, a precipitação total no período de 25/2 a 20/3 foi muito favorável atingindo 207,0mm em 14 dias, o mesmo acontecendo em 1986, quando ocorreram 13 dias de chuva totalizando 124,3mm. Portanto, nos anos de 1985 e 1986 verificamos que mais de 50% dos dias indutivos foram chuvosos. Uma vez que a quantidade de horas de brilho solar, que tem sido mencionado como um fator com efeito indireto no florescimento, é inversamente proporcional ao número de horas de chuva (COLEMAN, 1960; MOORE, 1985), constatou-se no período indutivo para os anos estudados os seguintes valores de horas de insolação: 198,1h em 1984, 104,8h em 1985 e 133,5h em 1986, com médias de 8,0; 4,5 e 5,5 horas respectivamente. Esses dados comprovam que nos anos mais floríferos a quantidade de brilho solar, no período indutivo, foi menor quando comparado ao ano de ocorrência de pouco florescimento.

Situação climática semelhante aquela verificada em 1984, quando ocorreram dias quentes, bastante secos e ensolarados, e que provocou inibição da floração, foi descrita por inúmeros autores (COLEMAN, 1960; RÖHRIG et al, 1960; PANJE e SRINIVASAN, 1960; ELLIS et al, 1967; YEU, 1980; PEREIRA et al, 1986; MOORE, 1987).

Naquele ano, 50% dos colmos examinados não estavam induzidos, e em 21,2% ocorreu início da formação da panícula sem, contudo, dar continuidade ao processo. COLEMAN (1960) encontrou no Hawaii decréscimo de 50% no florescimento da varie-

dade H37-1933, quando a quantidade de chuva, nos 20 dias indutivos, foi menor que 20mm, e o número de horas de insolação média foi de 8,30, mesmo quando as temperaturas extremas mantiveram-se dentro do limite crítico. Aquele autor observou que em outra região mais chuvosa, com média de 3,7h de insolação, o florescimento foi intenso. Esse fato realça a importância da manutenção do balanço hídrico da planta para que a mesma possa iniciar a diferenciação floral, já estimulada pelo fotoperíodo e temperaturas adequadas.

A necessidade da manutenção da hidratação da planta decorrente, principalmente, de maior umidade disponível do solo, para garantir a produção de mais flores, ficou comprovada com experimentos de irrigação. YEU (1980) mostrou que a irrigação semanal induziu 50% dos colmos a florescerem, enquanto que o fornecimento quinzenal de água induziu 41%. Nos colmos sem irrigação não foi observado nenhum sinal de diferenciação. Segundo GOSNELL (1973) existem diferenças clonais com referência a susceptibilidade à seca, e JUANG (1969) menciona maior tolerância as condições climáticas adversas para as variedades mais floríferas.

As conclusões de JUANG podem ser aplicadas à variedade IAC 52-150, de florescimento frequente e intenso. Realmente, sob condições tão negativas como temperaturas acima de 31⁰C, e deficiências hídricas severas, ocorridas na região de Piracicaba em 1984, as variedades de menor intensidade de florescimento como a NA 56-79 e a própria SP 70-1143 não floresceram (CARLUCCI et al, 1987).

Segundo alguns pesquisadores a ausência de florescimento em condições de estresse ambiental é basicamente determinada pelos teores de umidade atmosférica e do solo, que se

reflete mais diretamente no balanço hídrico da planta do que as temperaturas altas (YEU, 1980; CARLUCCI e RAMOS, 1987).

YEU (1980) observou, em clima quente e úmido, com $T_{\text{máx}}$ média de 30°C e precipitação média de 163mm no período indutivo, 100% de colmos florescidos, sendo que em clima quente e seco, com $T_{\text{máx}}$ média de 31°C e precipitação de 56mm, nenhum florescimento.

Condições semelhantes descritas acima ocorreram em 1986, quando mais de 50% dos dias indutivos mostraram temperatura máxima acima de 30°C , com seu efeito minimizado por cerca de 125mm de chuva ocorridos no período.

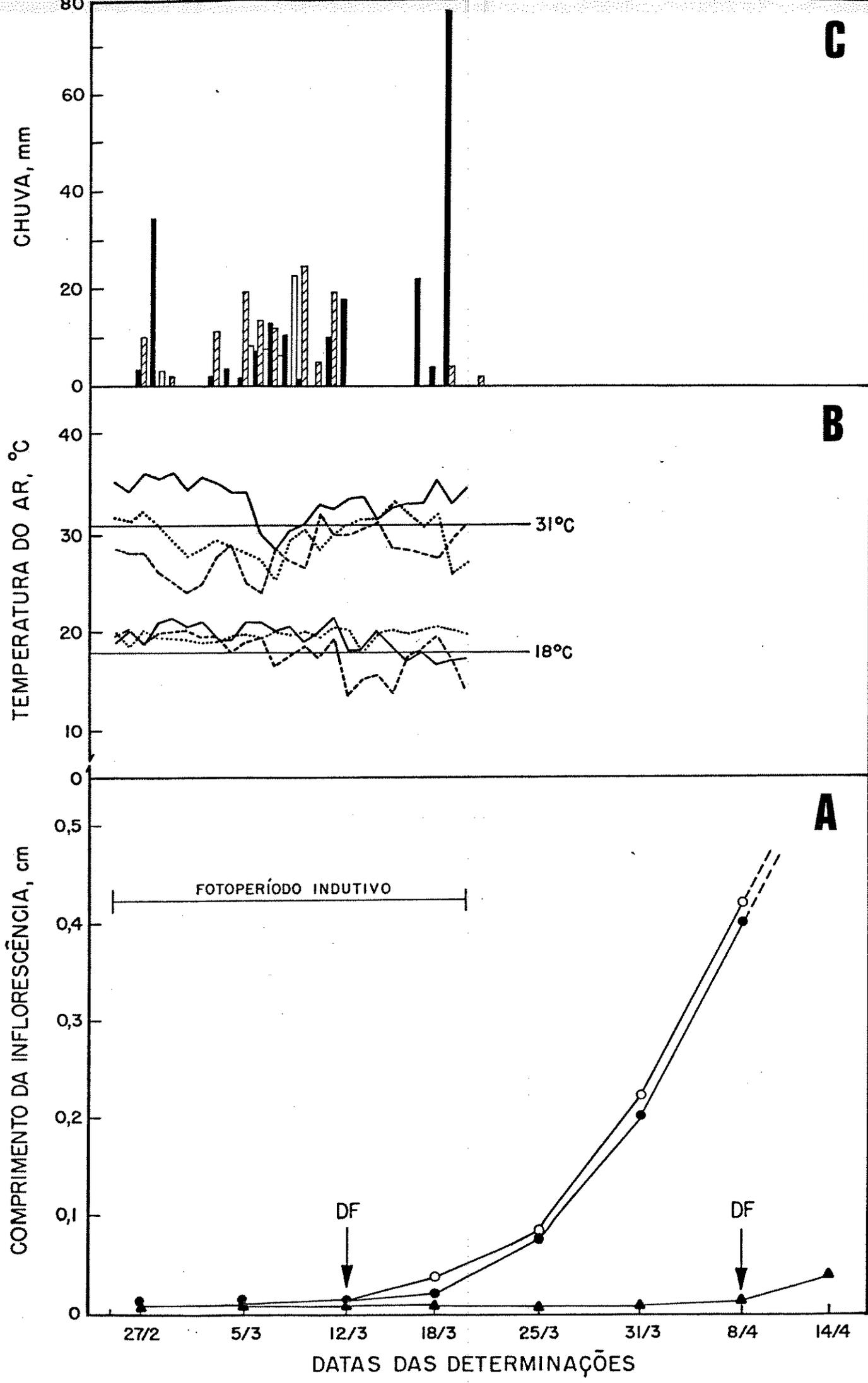
CARLUCCI e RAMOS (1987) observaram, em 1986, nos experimentos de irrigação sob condições de casa de vegetação, que temperaturas entre 30°C e 31°C durante o período indutivo, não afetaram o florescimento da variedade IAC52-150, quando as plantas estavam sob irrigação contínua.

2. Desenvolvimento comparativo da inflorescência do IAC52-150 nos anos de 1984, 1985 e 1986.

Vários autores descrevem as fases de desenvolvimento da panícula de cana-de-açúcar em condições ideais e outros relacionam a porcentagem de florescimento final às ocorrências climáticas no período indutivo. Poucos trabalhos, no entanto, acompanham a evolução de cada fase do desenvolvimento da inflorescência até seu crescimento final, relacionando-as com as variações climáticas ocorridas durante esse período.

Os resultados das Figuras 1 a 3 nos mostram como as condições climáticas podem alterar a taxa de desenvolvimento normal da inflorescência de cana-de-açúcar variedade IAC52-150. A Figura 1 assinala a época de diferenciação e iniciação flo-

Fig. 1 - Influência de condições climáticas durante o fotoperíodo indutivo (25/2 a 20/3), na época de diferenciação floral (DF) da variedade IAC 52-150 de cana-de-açúcar. A - época de diferenciação e desenvolvimento inicial da inflorescência nos anos de 1984 (▲—▲), 1985 (○—○) e 1986 (●—●). Média de 10 repetições. B - temperatura máxima e mínima diária nos anos de 1984 (—), 1985 (----) e 1986 (.....). C - precipitação pluviométrica diária nos anos de 1984 (□), 1985 (■) e 1986 (▨).



C

B

A

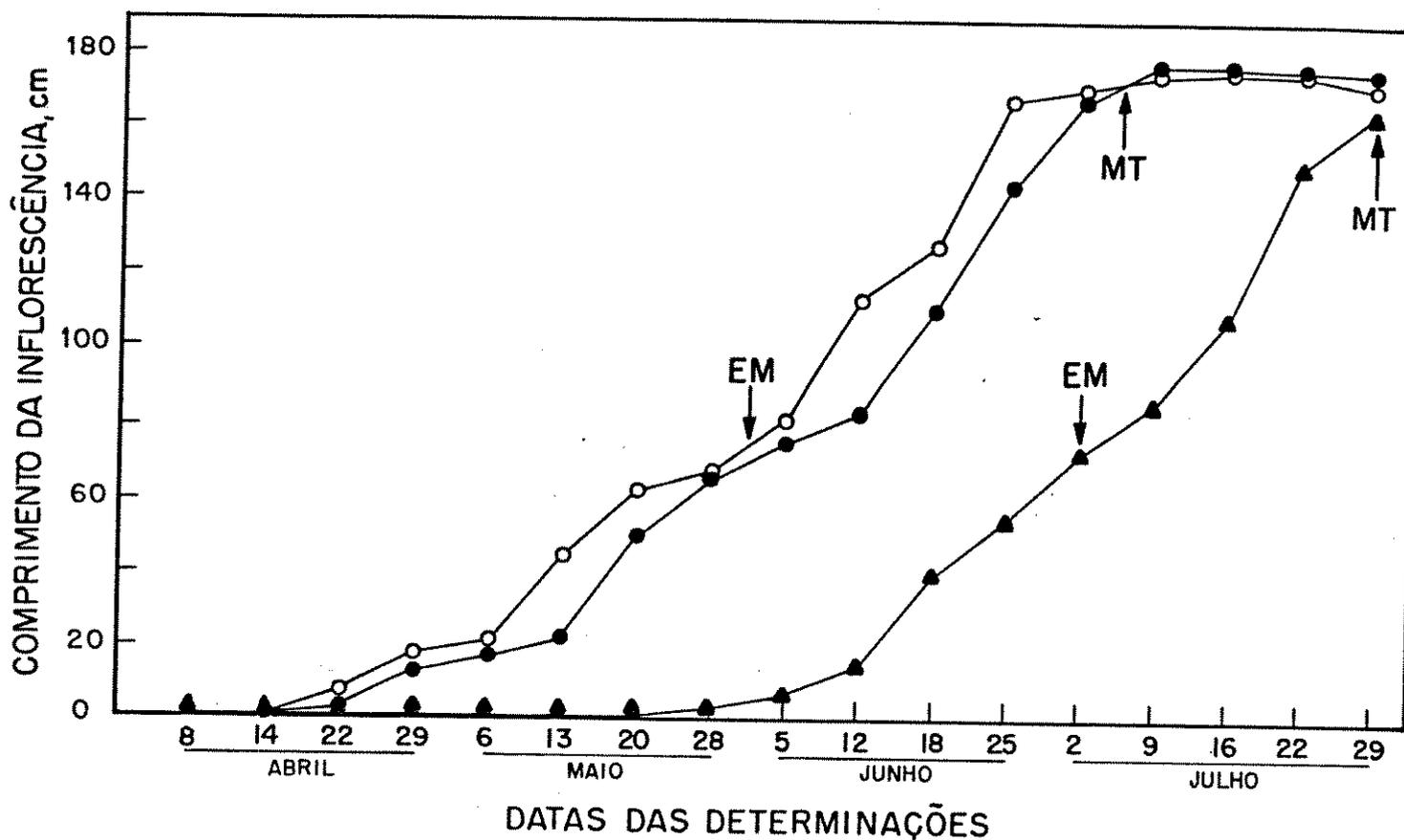


Fig.. 2 - Desenvolvimento da inflorescência da variedade IAC 52-150 nos anos de 1984 (▲-▲), 1985 (○-○) e 1986 (●-●). Média de 10 repetições. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT).

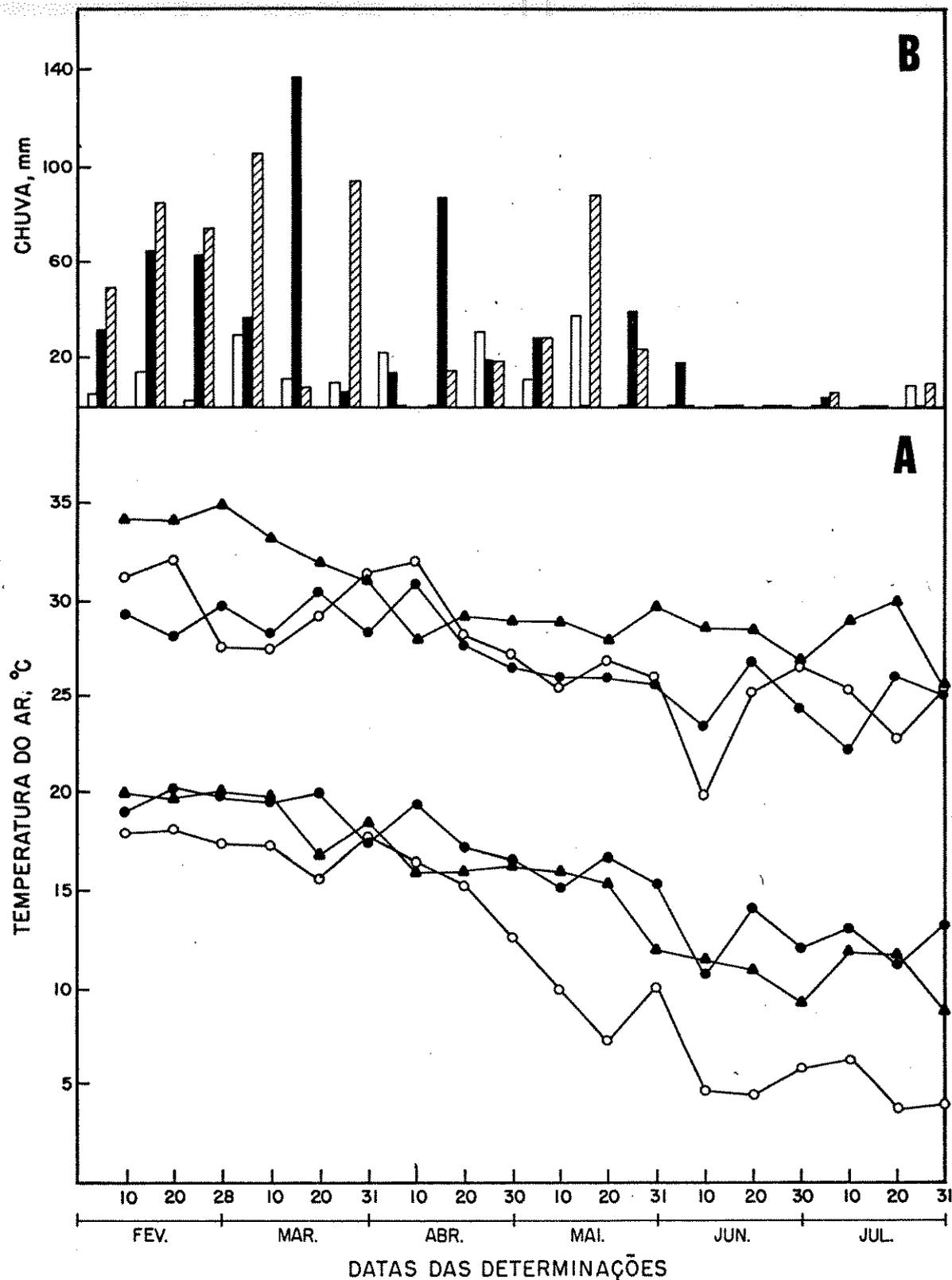


Fig. 3 - Condições climáticas ocorridas durante o período de fevereiro a julho de 1984, 1985 e 1986. A - temperatura máxima e mínima média decenal nos anos de 1984 (▲-▲), 1985 (○-○) e 1986 (●-●). B - precipitação pluviométrica total decenal nos anos de 1984 (□), 1985 (■) e 1986 (▨).

ral nos diferentes anos estudados. O posterior desenvolvimento da panícula pode ser acompanhado pelos dados mostrados na Figura 2, sendo que na Figura 3 são graficamente descritas as condições de temperatura e precipitação decendial durante os meses de fevereiro a julho.

Constata-se pela Figura 1 que a diferenciação floral no ano de 1984 ocorreu em torno de 8 de abril. Era de se esperar, entretanto, que a mesma ocorresse em meados de março, em resposta ao fotoperíodo indutivo, como foi observado nos anos de 1985 e 1986. Acreditamos que, devido as condições de estresse hídrico e das altas temperaturas, ocorridas no período crítico a produção, translocação e/ou acúmulo do estímulo floral, assim como a divisão e alongamento celular, foram prejudicadas, atrasando, deste modo, a iniciação do primórdio da inflorescência em cerca de 20 dias.

Em relação ao metabolismo do estímulo floral, MEYER et al (1965) também mencionaram a influência da temperatura afetando taxa de síntese/destruição dos compostos intermediários, a taxa de transporte das folhas até o meristema e a eficiência dos mesmos na indução de alterações morfogênicas nos meristemas. MURNEEK (1948) e LANG (1965) observaram que a deficiência hídrica na planta afetou a translocação do estímulo das folhas induzidas para o ápice, com inibição de florescimento.

Além do seu efeito direto no metabolismo do estímulo floral, tem sido mencionada que a deficiência hídrica na planta, por induzir desidratação do protoplasma e alterações na membrana celular (MEYER et al, 1965; BOYER, 1970), pode causar inibição ou atraso na divisão e/ou alongamento celular nos tecidos meristemáticos (MEYER e BOYER, 1972; HSIAO e ACEVEDO, 1974) de acordo com as hipótese levantadas para explicar os resultados observados no presente trabalho.

Em 1985, devido ao número de noites frias ($T_{\min} < 18^{\circ}\text{C}$) teoricamente não-indutivas, acreditava-se que a iniciação floral na variedade IAC52-150 ficasse comprometida. No entanto isso não ocorreu, provavelmente devido a menor sensibilidade da mesma às baixas temperaturas e a proteção do ponto de crescimento, associada ao adequado teor de umidade da planta (COLEMAN, 1968).

Em relação à emergência da panícula tem sido observado que, para a variedade IAC52-150, na região de Piracicaba, a mesma se torna visível em fins de maio e início de junho. Entretanto, em 1984, devido ao atraso na iniciação floral e às condições de pouca chuva durante o período de encartuchamento, a emergência só se verificou no início de julho, com uma defasagem de 30 dias em relação ao período normal. O comprimento total foi alcançado em 29 de julho (Figura 2).

Resultados análogos foram apresentados por PANJE e SRINIVASAN (1960), que descreveram um atraso na emergência da panícula de cerca de 12 dias nos anos em que a precipitação média do período de iniciação foi de 75mm. Aquêles autores ressaltaram que nos anos com 205mm de chuva ocorreu um adiantamento de 9 dias no aparecimento das primeiras inflorescências, concluindo que a maior precipitação, induzindo maior hidratação nos tecidos da planta, promoveu mais rápido desenvolvimento e emergência da inflorescência e vice-versa. CHU e SERAPION (1971), assim como ALEXANDER (1973), mencionam menor taxa de crescimento das panículas sob condições de seca, provavelmente devido a grande sensibilidade do alongamento celular associado ao estado de desidratação da planta (SLATYER, 1967; MEYER e BOYER, 1972; KIRKHAM *et al*, 1972).

Em 1985 e 1986 a emergência das inflorescências foi

observada em torno de 28 de maio, portanto na época esperada, quando as mesmas mediam cerca de 70cm de comprimento. Valores bem próximos a esse foram também encontrados em 1984. O comprimento máximo da panícula, 1,70m, foi atingido em 1985 e 1986 na primeira semana de julho, estando nessa época com mais de 50% de flores abertas. (Figura 2)

Como pode ser observado no Quadro 2, em 1986 a porcentagem de colmos 'encartuchados' foi significativa (38%). Esse fato certamente ocorreu em razão do estresse hídrico e ainda devido a temperaturas elevadas, impostas às plantas durante o mês de abril (Figura 3), justamente durante o alongamento da inflorescência dentro das bainhas das folhas jovens. Essa fase do desenvolvimento é bastante sensível às condições de estresse, ocasionando, no nosso caso, uma paralização do processo, fato esse também comprovado para a IAC52-150 por CARLUCCI e RAMOS (1989).

3. Taxa de desenvolvimento das inflorescências das variedades IAC52-150 e SP70-1143 no ano de 1985 na região de Piracicaba.

Nas Figuras 4 e 5, estão mostrados os padrões de crescimento das variedades estudadas desde o início do período indutivo até o de maturação total. Na Figura 4 observa-se que, para as duas variedades, a época de início da diferenciação floral ocorreu aproximadamente em 12 de março. Uma vez que o fotoperíodo indutivo se inicia em 25 de fevereiro, com comprimento de dia de 12h30min, 16 dias (ciclos) indutivos foram necessários para produção e acúmulo do estímulo floral no ápice vegetativo. Esse período correspondeu a fase de indução.

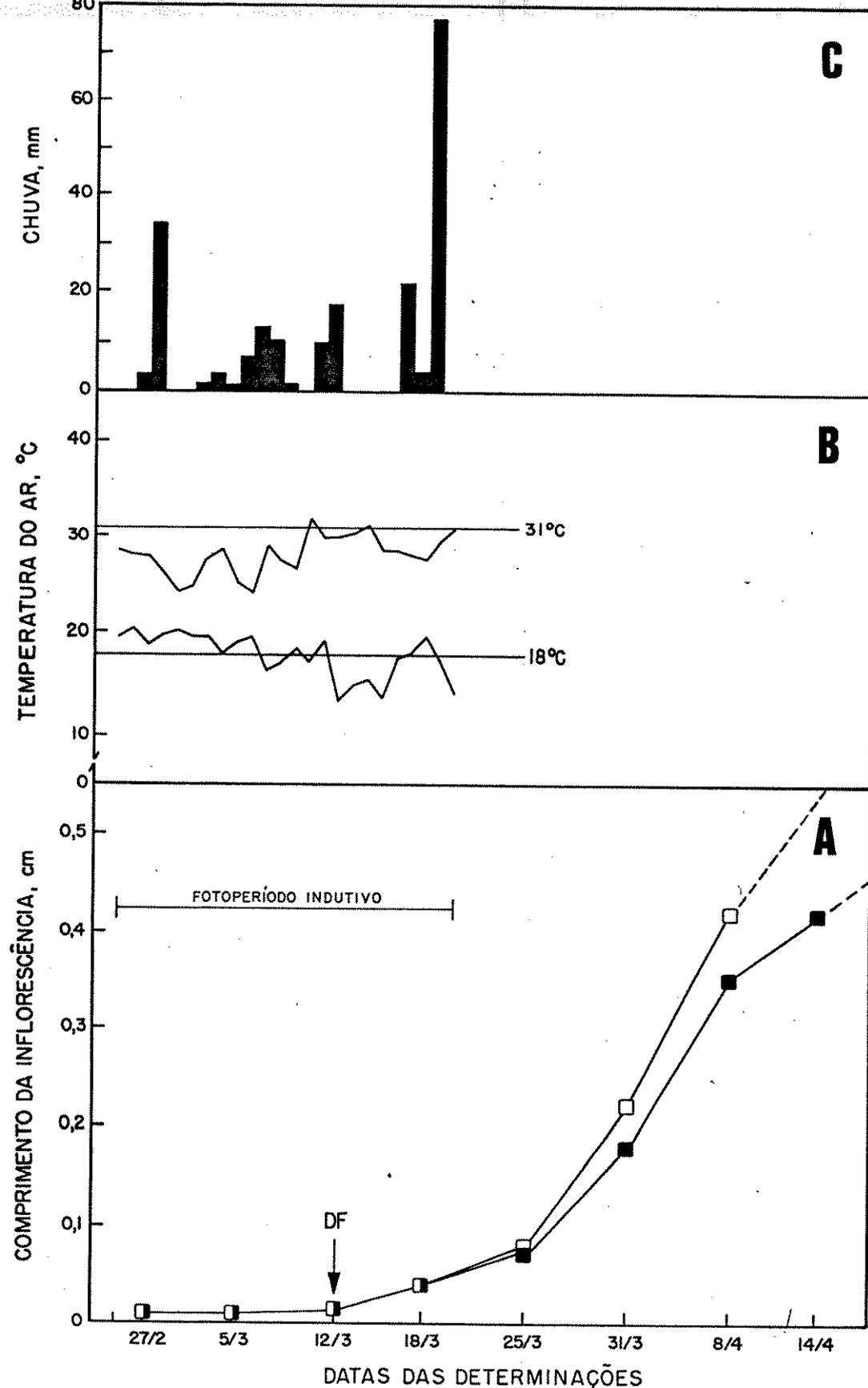


Fig. 4 - Influência de condições climáticas durante o fotoperíodo indutivo (25/2 a 20/3) no ano de 1985 na região de Piracicaba, na época de diferenciação floral (DF) das variedades IAC 52-150 (□—□) e SP 70-1143 (■—■) de cana-de-açúcar. Dados médios de 10 repetições. A - época de diferenciação e desenvolvimento inicial da inflorescência. B - temperatura máxima e mínima diária. C - precipitação pluviométrica.

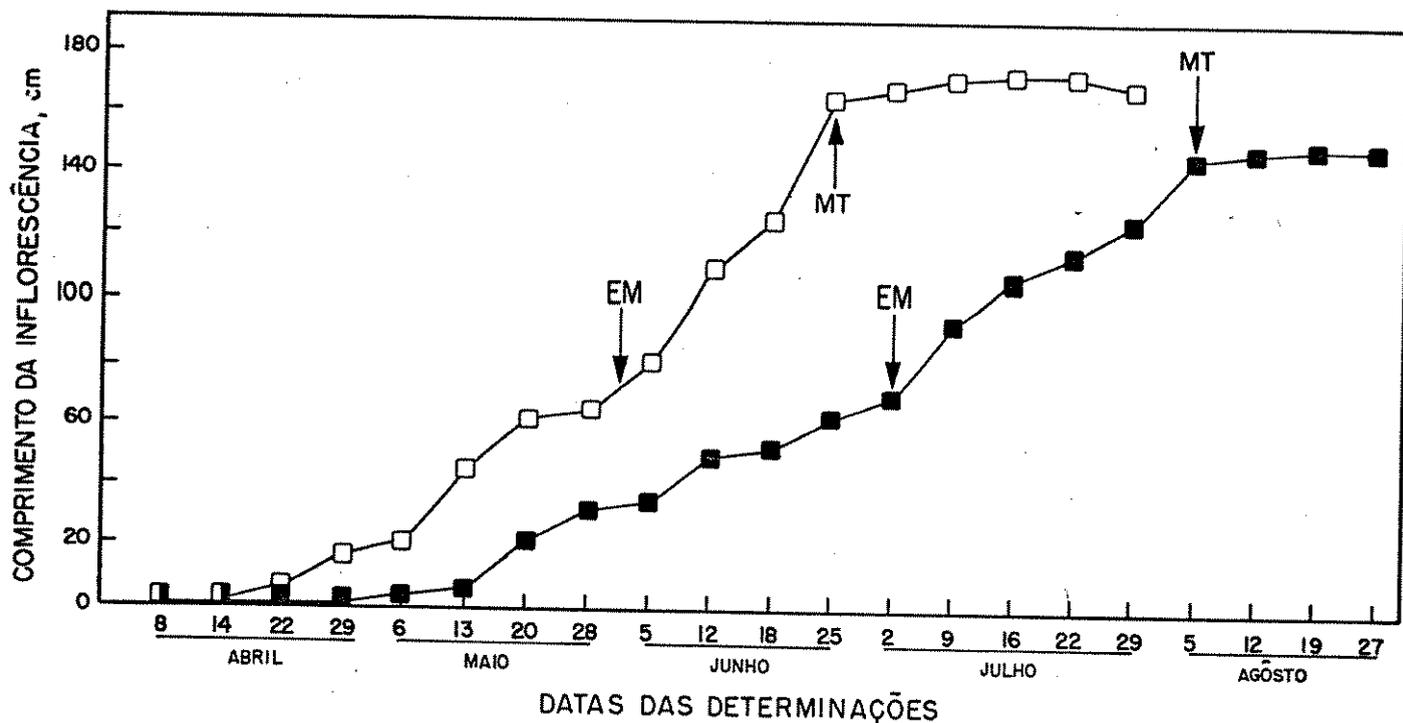


Fig. 5 - Desenvolvimento da inflorescência das variedades IAC 52-150 (□-□) e SP 70-1143 (■-■) no ano de 1985. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Média de 10 repetições.

Nota-se portanto, que o processo de iniciação da inflorescência foi simultâneo para as duas variedades, concordando com o que tem sido sugerido por VIJAYASARADHY e NARASIMHAN (1954), BURR et al (1957), COLEMAN (1960) e ARCENEUX (1967). Segundo esses autores a época de iniciação floral entre clones de florescimento precoce e tardio é essencialmente a mesma, independente da época de emergência.

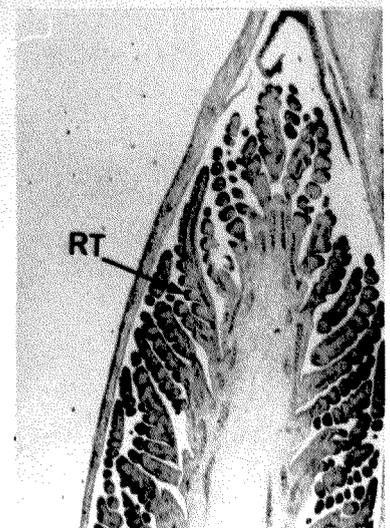
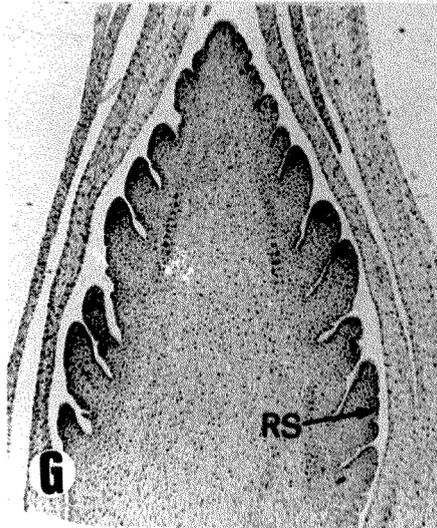
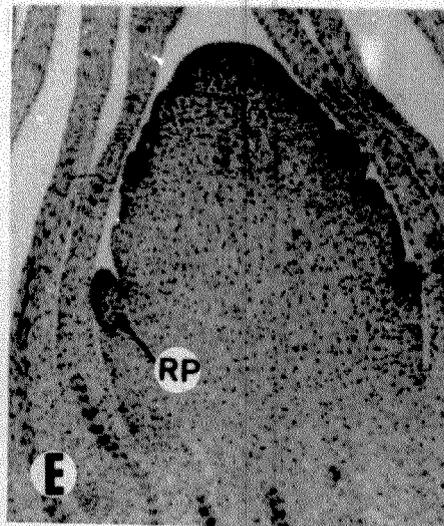
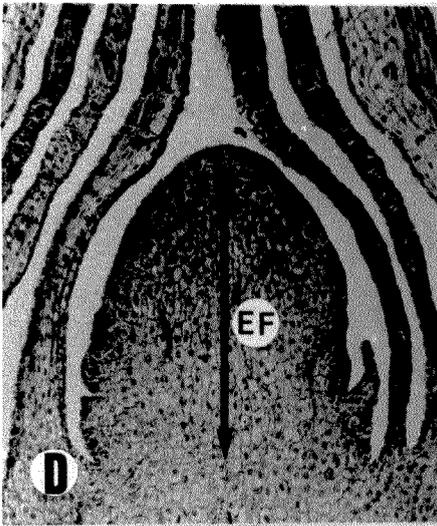
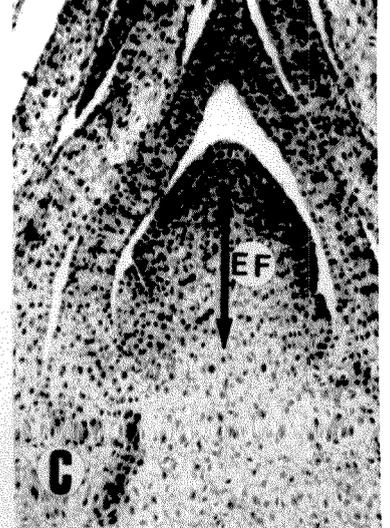
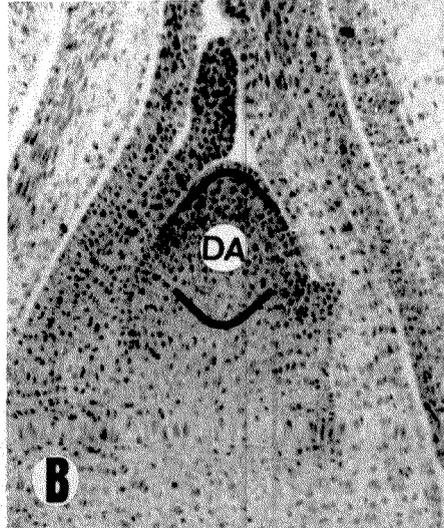
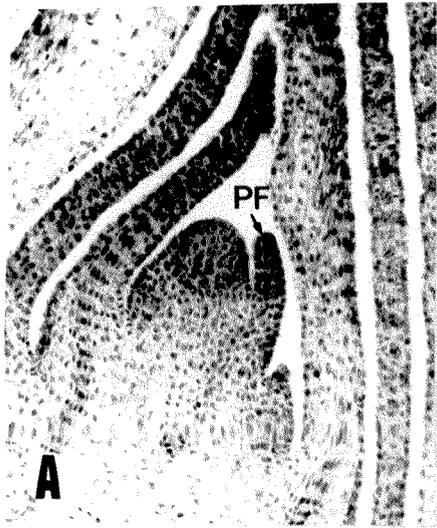
Em relação ao número de ciclos mínimos para indução completa, correspondendo ao período de acúmulo floral, observa-se que tanto para a IAC52-150 como para a SP70-1143 ele foi aparentemente o mesmo e semelhante ao encontrado para outras variedades. Isso porque a maioria dos trabalhos menciona a exigência de 15 a 20 ciclos indutivos para que se inicie a diferenciação celular, levando à formação da panícula (CLEMENTS e AWADA, 1967; COLEMAN, 1969; JULIEN, 1971; GOSNELL, 1973; MENS-HAWI, 1978; MOORE, 1987).

Nesse estágio de transição do desenvolvimento vegetativo (Figura 6A), com 0,010cm de comprimento, para florífero, o domo apical media cerca de 0,012cm (Figuras 4 e 6B), exatamente a medida encontrada por JULIEN (1972) e JAMES e MILLER (1972), e praticamente igual a descrita por CLEMENTS (1975) que foi de 0,010cm.

A conformação do domo apical nesse início da diferenciação floral também foi semelhante a descrita por JAMES e MILLER (1972) e CLEMENTS (1975), ou seja, simétrica quando o comprimento e a largura são basicamente iguais (JULIEN et al, 1974).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho consideramos o ápice realmente induzido quando a largura do domo apical é igual ou até um pouco maior que o comprimento.

Fig. 6 - Secções longitudinais médias da região meristemática apical de cana-de-açúcar, variedade IAC 52-150. A - ápice vegetativo com formação de primórdios foliares (PF). B - ápice em transição do estágio vegetativo para reprodutivo com entumescimento do domo apical (DA). C e D - domo apical em alongamento, com início de formação do eixo floral (EF). E - desenvolvimento inicial de primórdios de ramificações primárias (RP) da inflorescência. F e G - crescimento das ramificações primárias e início de formação dos primórdios de ramificações secundárias (RS) da inflorescência. H - inflorescência com RP e RS em desenvolvimento. I - inflorescência jovem com início de formação dos primórdios de ramificações terciárias (RT) ou pedicelos das espiguetas pediciladas (Figuras 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H e 6I respectivamente 150X, 191X, 97X, 107X, 65X, 36X, 30X, 20X e 12X).



A mesma conclusão foi apresentada por JAMES e MILLER (1972). A partir dessa forma mais ou menos esférica, o comprimento do eixo da haste cresce a uma taxa maior, e se iniciam as ramificações laterais.

Após 12/3 até 25/3, correspondendo a fase de aumento do domo apical e início da formação do eixo da inflorescência (Figuras 6C e 6D), as 2 variedades apresentaram taxa de desenvolvimento semelhante, atingindo 0,080cm na IAC52-150 e 0,078cm na SP70-1143 (Figura 4). No final desta fase já estão se formando os primórdios de ramificações primárias (Figura 6E). Esse período durou, portanto, 14 dias em média, e foi denominado fase de diferenciação e iniciação, de conformidade com a denominação estabelecida para esse estágio por PALIATSEAS e CHILTON (1956) e GEORGE e LALOUETLE (1963).

JULIEN (1972) também observou que um período de 14 dias foi necessário para o início da formação de ramificações primárias na variedade Mandalay de S. spontaneum, porém, nessa fase a panícula tinha cerca de 0,070cm, ou seja, um pouco menor do que as medidas encontradas para os híbridos aqui estudados. Para NCO 310, nesse estágio de desenvolvimento da panícula, CLEMENTS (1975) encontrou um comprimento total de 0,076cm e um intervalo de 16 dias a partir do início de diferenciação. Nota-se, portanto, que diferentes variedades apresentam medidas de desenvolvimento da panícula distintas apesar de próximas.

MOORE (1987) descreve, para híbridos de Saccharum spp, um intervalo de cerca de 3 semanas desde o período de alargamento do ápice até o de formação de ramificações primárias, não indicando se considerou o início ou final da formação das mesmas.

A partir de 25/3 a taxa de desenvolvimento da panícula difere para as duas variedades, sendo maior para a IAC52-150 (Figura 4). Essa terceira fase, denominada de crescimento e desenvolvimento do eixo e partes da flor, iniciou-se em 25/3 e prolongou-se até 30/5 na IAC52-150, e em 25/3 até 2/7 na SP 70-1143, com duração de 66 dias e 98 dias, respectivamente (Figuras 4 e 5), sendo descrita em três sub-fases.

No primeiro terço dessa fase há crescimento das ramificações primárias, tanto em número como em tamanho (Figura 6F), e formação dos primórdios de ramificações secundárias. Nesse último estágio a inflorescência da IAC52-150 media 0,22 cm aproximadamente (Figura 6G). No segundo terço, as ramificações secundárias se multiplicaram (Figura 6H), e a partir delas começaram a se formar os primórdios de pedicelos das espiguetas pediciladas (Figura 6I), com posterior formação dos estames. Durante esse estágio ocorreu uma diminuição de crescimento da lâmina foliar da folha mais jovem, a qual é comumente denominada de folha bandeira.

Segundo CLEMENTS (1975) e NOUR et al (1980) são necessários cerca de 50 dias para que a panícula inicie e termine sua diferenciação, enquanto que para JULIEN (1972) há exigência de 30 dias. Esse último estágio citado é denominado vulgarmente de "chama de vela". Os dados do presente trabalho indicam que esse estágio foi completado em 33 dias para a IAC 52-150, e 48 dias para a SP70-1143, considerando o período de 12/3 a 14/4 para a primeira variedade e de 12/3 a 29/4 para a segunda. O tamanho final da panícula atingiu 1,52cm e 1,27cm respectivamente para a primeira e segunda variedades descritas acima (Figura 5).

Durante a fase de formação das partes da inflores-

cência, ocorreu a diminuição do fotoperíodo, que começou com 12h30min para indução, atingiu 11h28min em 15/4m e 11h11min em 30/4. Esse fato demonstra a validade do conceito de que, cada fase do desenvolvimento da panícula exige um fotoperíodo específico e decrescente (CHILTON e MORELAND, 1954; JULIEN, 1973; MIDMORE, 1980; MOORE, 1987).

No último terço da terceira fase, que correspondeu ao período de 14/4 a 30/5 (45 dias), na IAC52-150, e de 20/4 a 2/7 (64 dias), na SP70-1143, a panícula totalmente diferenciada se alongou dentro do 'cartucho', ao mesmo tempo que a bainha da folha bandeira e atingiu seu comprimento máximo. A panícula prestes a emergir apresentou comprimento de 74cm, na variedade IAC52-150, e 70cm na SP70-1143 (Figura 5).

Os resultados aqui apresentados mostram que a fase de formação pré-emergente da panícula da IAC52-150 e SP70-1143, tem duração de 79 dias e 112 dias, respectivamente. Esse período que é citado por vários autores como o processo de florescimento completo, varia muito entre clones precoce e tardios. Assim, JAMES e MILLER (1972) observaram em clones precoces, panículas emergindo após 81 dias de sua iniciação, enquanto nos clones tardios esse intervalo foi de 131 dias. PALIATSEAS (1972) descreveu um período médio de 107 dias até emergência, com uma variação de 95 a 123 dias para clones precoces e tardios, respectivamente. Sabe-se, no entanto, que clones precoces chegam a completar o processo de florescimento em apenas 75 dias (MAC COLL, 1977). Segundo SINGH (1978) a explicação estaria no fato de que clones precoces teriam uma produção mais rápida e mais abundante do estímulo floral, o que aceleraria a formação da inflorescência. Essa hipótese foi proposta para IAC52-150 através dos resultados do

trabalho de remoção de folhas, realizado por CARLUCCI e DEUBER (1987).

A diferença de época de emergência da panícula encontrada para as duas variedades estudadas foi de 33 dias. Mesmo considerando que a IAC52-150 é uma variedade de florescimento mais precoce (CULTIVARES... 1980), e a SP70-1143 uma variedade de florescimento médio e tardio (COPERSUCAR, 1983), a diferença constatada na época de emergência das mesmas foi provavelmente maior do que o normal, devido as baixas temperaturas ocorridas durante o período de 'encartuchamento' e emergência, principalmente para a SP70-1143. Como pode ser verificado na Figura 3, as temperaturas mínimas médias dos meses de abril/maio decresceram de 16°C para 7,5°C no segundo decênio, voltando a média de 10°C no último decênio de maio. Esse período correspondeu a fase de alongamento interno, ou 'encartuchamento', para a IAC52-150. Apesar dessas temperaturas serem citadas como bastante prejudiciais ao crescimento de inflorescências de modo geral, não se constatou significativo atraso da época de emergência da IAC52-150. Para a SP70-1143, no entanto, durante a fase de 'encartuchamento', a qual ocorre mais tardiamente (maio/junho) devido a menor taxa de desenvolvimento da panícula, as temperaturas mínimas variando de 10°C a menos de 5°C induziram uma diminuição do crescimento da panícula e atraso na emergência da mesma.

Na análise final do florescimento foi verificado que 27,50% dos colmos examinados estavam 'encartuchados' e 16,66% apenas induzidos (Quadro 2).

CLEMENTS e AWADA (1967) também observaram o efeito negativo de baixas temperaturas no período de 'encartuchamento'/emergência de algumas variedades de cana-de-açúcar. Aqueles autores citam que, em condições normais, esse período foi

de 30 a 37 dias, chegando a 60 dias sob temperaturas abaixo de 15°C.

A quarta e última fase do desenvolvimento da panícula inclui o estágio de emergência propriamente dita e de crescimento externo do eixo da raquis. Nessa fase a haste floral se alonga rapidamente e, com o alongamento do internódio ligada a ela, emerge da bainha da folha bandeira e continua a crescer até atingir expansão total. Na IAC52-150 este período foi de 27 dias, iniciando em 30/5 e terminando em 25/6. Na SP70-1143 foi de 34 dias, compreendendo o intervalo de 2/7 a 5/8 (Figura 5).

Nota-se, portanto, que após a emergência a taxa de crescimento da panícula na IAC52-150 foi apenas um pouco maior que da SP70-1143 completando essa última fase do florescimento com 7 dias a menos. Na realidade, a fase crítica que discriminou a época de florescimento entre as variedades foi a de formação pré-emergente da inflorescência.

4. Efeito do florescimento no processo de maturação das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 no ano de 1985

4.1. Sólidos Solúveis (Brix) no caldo

É geralmente aceito que a concentração de sólidos solúveis do caldo nos colmos de cana, é maior próxima da base, decrescendo em direção ao topo (ALMEIDA et al, 1945; VAN DILLEWIJN, 1952; ALEXANDER, 1973; HOFFMANN, 1980; SALATA et al, 1982; FERNANDES e BENDA, 1986). É também descrito que essas diferenças diminuem gradativamente durante a maturação. Como o acúmulo de sólidos solúveis é contínuo, observa-se que ocorre um maior gradiente de aumento no ápice do que na base (FERNAN-

DES e BENDA, 1985; STUPIELLO, 1987).

Os resultados encontrados no presente trabalho demonstram que as variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 mostraram um acúmulo de sólidos solúveis (Fig. 7) dentro dos padrões normais de maturação.

Ressalta-se, no entanto, um padrão de armazenamento de sólidos solúveis (brix) diferencial entre as variedades. Na IAC 52-150 a taxa de acúmulo foi maior que na SP 70-1143, o que explica a precocidade de maturação daquela (CULTIVARES,, 1980) em relação a uma maturação média a tardia desta (COPERSU CAR, 1983). Para a IAC 52-150 observou-se que a maturação floral foi o ponto no qual o colmo atingiu uma homogeneidade na concentração de sólidos solúveis, o que também foi observado na SP 70-1143, desconsiderando-se a porção apical. Nessa última variedade a concentração de sólidos solúveis é bastante baixa na região apical durante todo o ciclo, e praticamente se estabiliza durante o período de expansão da panícula.

Na IAC52-150, a estabilização do brix no ápice ocorre após maturação floral, demonstrando um equilíbrio entre produção e consumo dos sólidos solúveis. Acredita-se que, na SP 70-1143, esse consumo esteja relacionado ao alongamento da panícula, e na IAC 52-150 ao crescimento de brotos laterais.

MAC COLL (1977) e SALATA et al (1982) também verificaram um aumento do brix durante e após a expansão da inflorescência, em outras variedades.

4.2. Sacarose aparente (Pol) no caldo

Como o teor de sacarose aparente (pol) aumenta com o aumento do teor de sólidos solúveis (STUPIELLO, 1987), o pa-

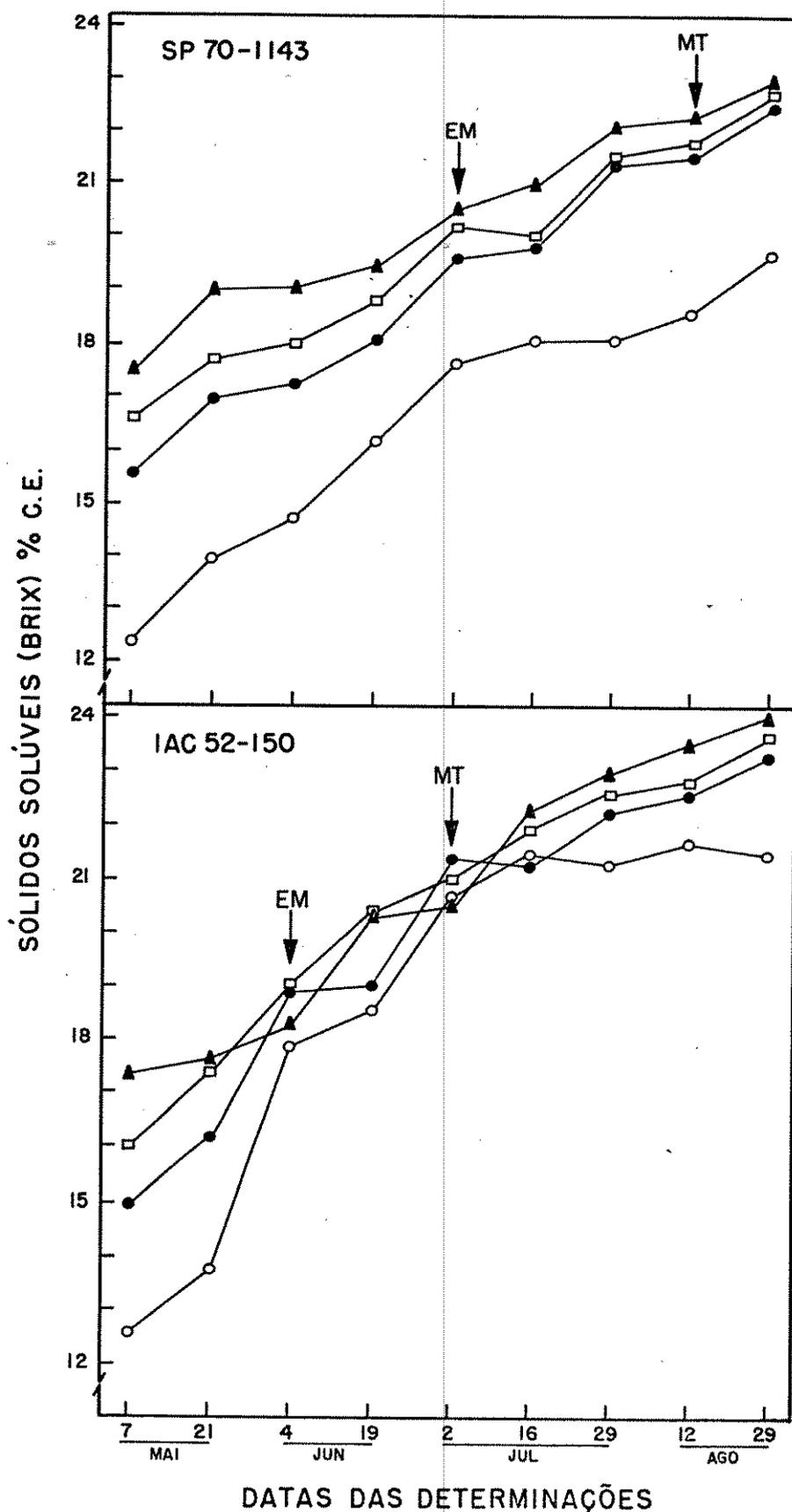


Fig. 7 - Variações nos teores de sólidos solúveis (Brix) no caldo das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Dados expressos em porcentagem em relação ao caldo extraído. Média de 3 repetições.

drão de comportamento para ambos, nas diferentes regiões do colmo, é o mesmo com exceção da última amostragem (Figura 8).

No entanto, algumas considerações adicionais sobre o teor de sacarose encontradas no presente trabalho, devem ser feitas.

Foi observado que os valores máximos do teor de sacarose foram cerca de 15% mais altos em relação aos normalmente encontrados para as variedades estudadas (SALATA et al, 1982; DEUBER, 1986; IAIA et al, 1985). Esse fato pode ser explicado pelas condições climáticas que prevaleceram durante o período de maturação no ano de 1985 (Figura 3). Nota-se que a partir de abril, houve um decréscimo acentuado na temperatura e na precipitação pluviométrica e um aumento na radiação solar e na amplitude térmica, condições essas bem reconhecidas como estimuladoras do acúmulo de sacarose nos colmos, ou seja, da maturação (CLEMENTS, 1940; LUGO-LÓPEZ e CAPÓ, 1954; GLASZIOU et al, 1965; WALDRON et al, 1967; ALEXANDER, 1973; SHAW, 1980; YATES, 1983; CHAPMAN, 1983; YATES, 1986).

Ressalta-se ainda que no início de junho ocorreu, no local dos experimentos, uma leve geada com temperaturas em torno de 0°C, o que estimulou a maior e mais precoce concentração máxima de sacarose nos colmos, porém acelerando início de deterioração da cana. Trabalhos mostrando o efeito de geadas na melhoria temporária da qualidade do caldo foram descritos por CROSS (1945), FOGLIATA (1966) e MENDONÇA (1981).

Em relação ao efeito do florescimento no teor de sacarose no caldo, verificou-se que, no colmo como um todo, ocorreram, simultaneamente, formação e expansão da panícula e armazenamento de sacarose, o que concorda com os resultados de vários autores (ALMEIDA et al, 1945; GOMES et al, 1952; STEHLÉ, 1955a e b, STORY, 1969; SALATA et al, 1982; NUNES JR et al, 1982; RODRIGUES et al, 1985; IAIA et al, 1985 e DEUBER, 1986).

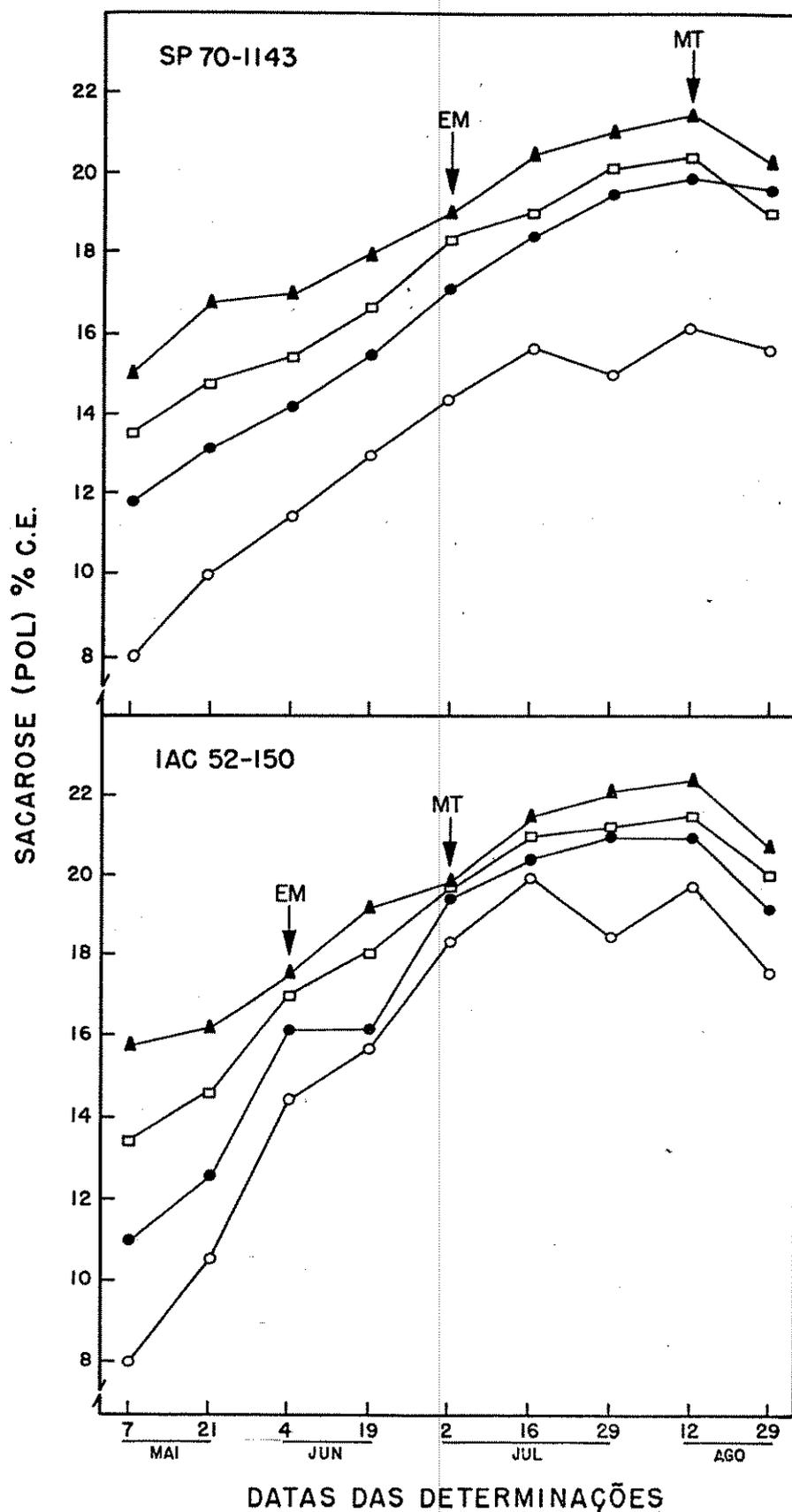


Fig. 8 - Variações no teor de sacarose (pol) no caldo das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Dados expressos em porcentagem em relação ao caldo extraído. Média de 3 repetições.

Caso fosse levada em consideração a teoria proposta por alguns pesquisadores (BARBIERI et al, 1984, RAO, 1977; EVANS, 1970), de que variedades floríferas devem ser colhidas ao se iniciar a emergência da inflorescência, para evitar consumo de açúcar na sua expansão, haveria, como mostram os presentes dados, perdas sensíveis em rendimento agrícola e industrial para o usineiro, pois nessa fase a maturação ainda não estaria completa, fato esse já registrado por ALMEIDA et al, 1945 e GOMES et al, 1952. Para a variedade IAC 52-150 estas perdas seriam bem marcantes, pois o acréscimo de concentração de sacarose da fase de emergência floral (4/6) até o máximo de maturação (12/8) foi cêrca de 30%, enquanto que na SP 70-1143 esta perda de rendimento seria menos drástica, pois houve um aumento de apenas 12% no teor de sacarose entre o período de 2/8 a 12/8. Uma vez que o armazenamento de sacarose no colmo foi contínuo, incluindo a porção apical, pode-se concluir que, apesar do processo de formação da inflorescência constituir-se em um dreno forte para fotossintetizados, a produção de sacarose e sua mobilização para armazenamento nos vacúolos das células do colmo sobrepuja sua utilização na manutenção da atividade metabólica (STEHLÉ, 1955b). Essas conclusões são reforçadas por trabalhos mostrando que a taxa fotossintética aumenta em algumas espécies, logo após indução floral (BERNIER et al, 1985).

Verifica-se, também, através dos resultados incluídos na Figura 8, que o pico de maturação dos colmos na variedade IAC 52-150 ocorre após expansão da panícula, e na variedade SP 70-1143, ao mesmo tempo, iniciando, porém, logo em seguida alterações fisiológicas dos colmos com queda do teor de sacarose.

Vários autores também observaram que, a duração e o

grau de melhoria da qualidade do caldo após florescimento é diferente entre as variedades, podendo a deterioração fisiológica iniciar-se de 1 mês a 5 meses após a floração (ALMEIDA et al, 1945; GOMES et al, 1952; STEHLÉ, 1955; GONZALES, 1961; BENDIGIRI et al, 1980; SALATA et al, 1982; RODRIGUES et al, 1985; DEUBER, 1986).

Conhecendo-se, portanto, o comportamento de cada variedade antes e após a maturação floral, é possível um planejamento da época de colheita na usina, maximizando a produção industrial (BARBIERI et al, 1984).

A deterioração na qualidade do caldo observada em 29/8 para as duas variedades indicou que a colheita deve ser feita até 12/8, concordando com o período recomendado que é de meados de junho até meados de agosto (CULTIVARES..., 1980; COPERSUCAR, 1983).

4.3. Pureza do caldo

Considerando que a pureza do caldo representa a relação entre a porcentagem em peso de sacarose (pol) e a de sólidos solúveis (Brix), quanto maior a pol em relação ao brix, maior a pureza, ou seja, a riqueza do caldo (FERNANDES, 1987).

Na Figura 9 pode-se verificar que o aumento da pureza do caldo foi menos intenso que o teor de sacarose, uma vez que durante a maturação, outros sólidos solúveis que não sacarose, como, os diferentes componentes orgânicos e inorgânicos tiveram suas concentrações também aumentadas no caldo. Os resultados mostram que o padrão de concentrações decrescentes a partir da base foi mantido, como foi para o brix e a pol. Na região basal, principalmente, e também na média inferior, a pureza do caldo para as duas variedades mostrou pequenas altera-

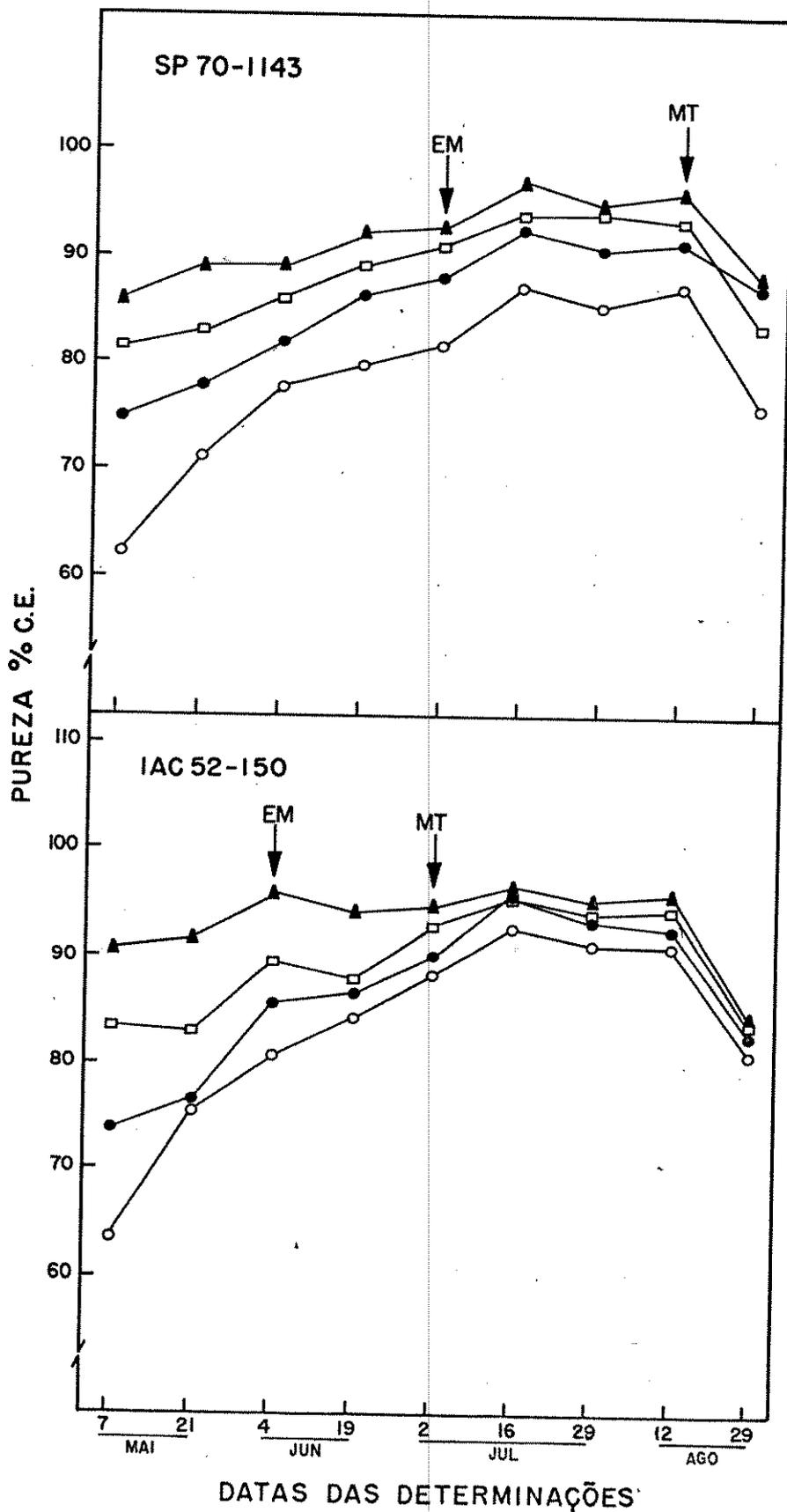


Fig. 9 - Variações no teor de pureza no caldo das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Dados expressos em porcentagem em relação ao caldo extraído. Média de 3 repetições.

ções, exibindo ligeiro aumento até a maturação floral.

Nas porções apical e média superior verificou-se um aumento significativo para a IAC 52-150 até 2 semanas após a maturação floral, decrescendo depois do período de 1 mês de estabilização. Na variedade SP 70-1143 os aumentos na pureza nestas regiões foram menos marcantes. Para as duas variedades a queda brusca observada na última amostragem refletiu o decrêscimo acentuado do teor de sacarose em relação ao dos outros sólidos solúveis, tais como hexoses e compostos nitrogenados.

LONG (1976) estudando a deterioração em diferentes partes do colmo em variedades floríferas, também observou que as maiores variações da pureza do colmo ocorreram nas porções mais superiores, e que sua queda estava relacionada ao aumento de açúcares redutores no caldo (MARTIN-LEAKE, 1946; STEHLÉ, 1955b; SALATA et al, 1982; RODRIGUES et al, 1985).

4.4. Açúcares Redutores

Pelos resultados apresentados pode-se observar que as maiores taxas de aumento da pureza, resultantes do aumento da pol e queda dos açúcares redutores (Figura 10), ocorreram até a emergência floral para as duas variedades.

Como descrito por CLEMENTS (1975), quando da ocorrência da emergência da panícula praticamente não há mais crescimento vegetativo do colmo, ou seja, alongamento dos internódios superiores. Portanto, a medida que a formação dos internódios vai se completando (baixa taxa de crescimento), diminui a necessidade de produção e utilização de hexoses, a atividade da invertase ácida vacuolar diminui, e a atividade da invertase neutra e concentração de sacarose aumenta (HATCH e GLASZIOU, 1963; SUZUKI, 1983; OLIVEIRA, 1985; MACHADO, 1987).

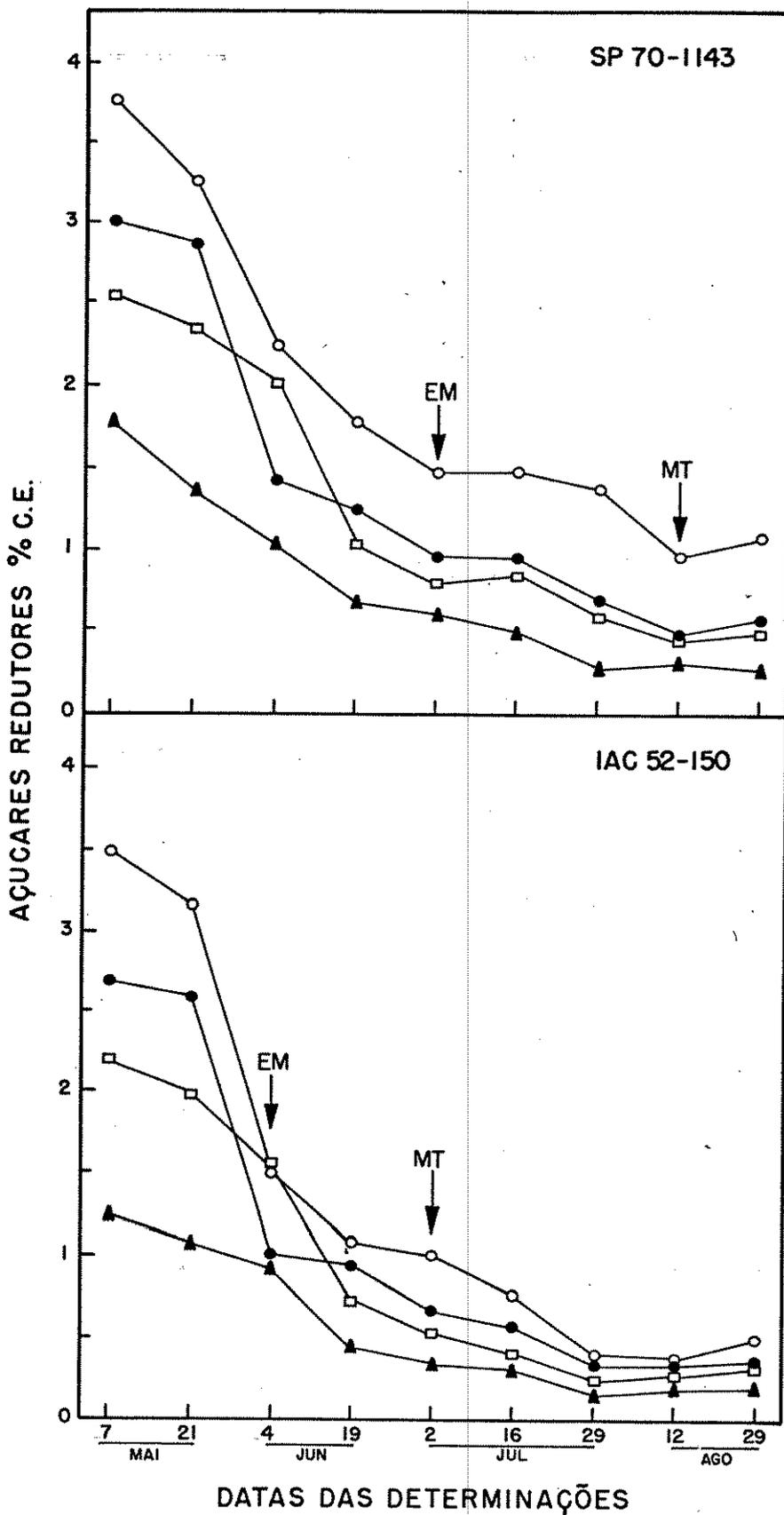


Fig. 10 - Variações no teor de açúcares redutores no caldo das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Dados expressos em porcentagem em relação ao caldo extraído. Média de 3 repetições.

A diminuição do teor de açúcares redutores foi contínua, decrescendo até 29/7 na IAC 52-150, e até 12/8 na SP 70-1143, portanto, 27 dias após, e no período de maturação máxima do colmo, respectivamente (Figura 10).

A partir daí, observou-se uma leve tendência de aumento, que poderia ser explicada pela formação de brotos laterais, significando restabelecimento de novo ciclo vegetativo (STUPIELLO, 1987). Concomitantemente ao pequeno aumento dos açúcares redutores, ocorreu a queda brusca no teor de sacarose, mostrando que parte significativa das hexoses do citoplasma utilizadas no crescimento é originada da sacarose armazenada nos vacúolos das células parenquimáticas (GLASZIOU, 1961, 1962; SACHER et al, 1963).

Verifica-se pela Figura 10 que a porção apical da variedade SP 70-1143 manteve altos níveis de açúcares redutores no caldo até a maturação floral, em relação as outras regiões do colmo, e aos teores encontrados para a variedade IAC 52-150. É possível que aquela variedade mantenha maior atividade das invertases ácidas mesmo em condições desfavoráveis ao crescimento, semelhante ao que foi encontrado para a variedade PR 980, de alta produtividade agrícola, por ALEXANDER e SAMUELS (1968). Também o maior potencial de acúmulo de sacarose na porção apical dos colmos da variedade IAC 52-150 pode ser comparado aos resultados obtidos por aqueles autores para a variedade PR 1059 (média produtividade), na qual observou-se baixa atividade invertásica e maior atividade de ATPase, amilase e fosfatases, em condições de baixas temperaturas.

Resultados semelhantes foram reportados por RIZK e NORMAND (1968). Aqueles autores mostraram a ocorrência de variabilidade varietal das atividades invertásicas, que são maio

res nas variedades que apresentam menor pureza e menor porcentagem de sacarose no caldo, o que também ocorre na porção superior dos colmos. Entretanto, nas porções mediana e basal os valores de concentração de açúcares e atividade enzimática foram praticamente iguais, evidenciando que o potencial para amadurecimento e o controle enzimático é maior no ápice do colmo, onde estádios de maturação ainda tem de ser completados (CLEMETS, 1980).

NUNES JR. et al (1982), comparando o comportamento das variedades SP 70-1143 (alta produtividade) e IAC 48-65 (média produtividade) após emergência floral, quanto ao processo de amadurecimento, observaram que na porção apical o teor de sacarose foi maior e o de açúcares redutores menor, até maturação floral, para a variedade IAC 48-65. Nas regiões mediana e basal do colmo, no entanto, ocorreu o inverso.

SALATA et al (1982) encontraram valores peso (kg) médio dos colmos decrescentes para as variedades NA 56-79, IAC 52-150, IAC 48-65 e IAC 51-205, enquanto que na mesma amostragem os valores de pol foram crescentes para NA 56-79, IAC 48-65, IAC 51-205 e IAC 52-150.

Essa relação inversa entre produtividade agrícola e qualidade de caldo também foi observada no presente trabalho, uma vez que comparativamente à variedade SP 70-1143, a IAC 52-150 de porte médio, apresentou os maiores teores de pol, brix e pureza do caldo, e os menores valores de açúcares redutores.

4.5. Açúcar Teórico Recuperável (ATR)

Sendo o teor de açúcar teórico recuperável (Figura 11) função dos valores de pol, pureza e fibra, observa-se que

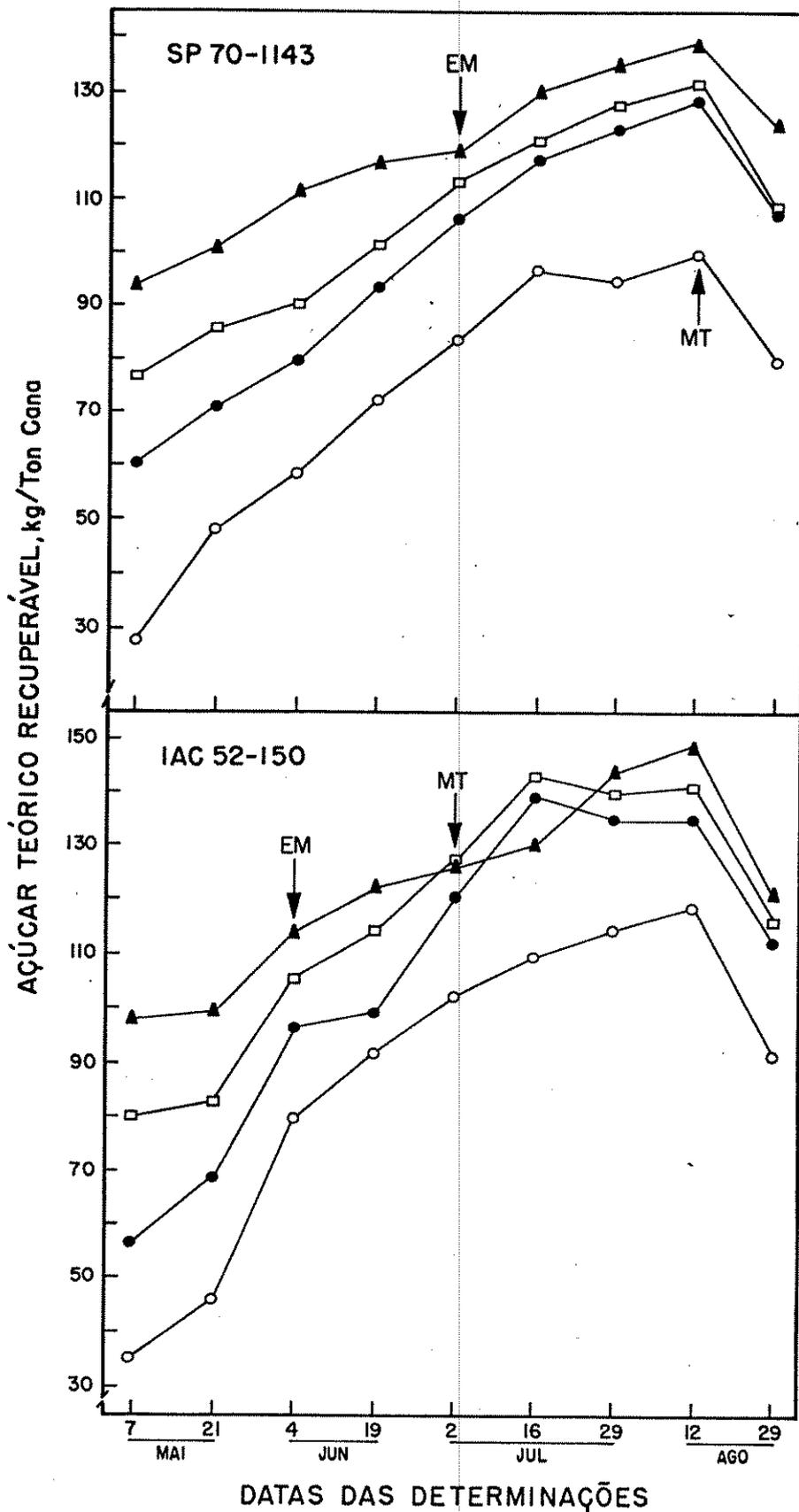


Fig. 11 - Variações no teor de açúcar teórico recuperável no caldo das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Média de 3 repetições.

nas regiões basal e mediana do colmo, onde ocorreu menor variação no teor de fibra, o aumento dos valores de ATR seguiu o mesmo padrão observado para a pol e pureza, para as duas variedades, semelhantemente ao observado por STEHLÉ (1955); STORY (1969); LONG (1976) e INMAN-BAMBER e WOOD (1987). Como na região apical do colmo da variedade IAC 52-150 a extração do caldo foi menor (Figura 12), a quantidade de açúcar recuperável foi mais baixa do que para as outras regiões do colmo.

5. Efeito do florescimento no processo de "chochamento" (desidratação) das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 em 1985

5.1. Volume do Caldo

Como pode ser observado na Figura 12, o comportamento das variedades em relação a diminuição de volume de caldo nos colmos durante o florescimento foi bastante distinto. Na SP 70-1143 não houve diferenças marcantes entre as diferentes regiões do colmo, com exceção das três últimas amostragens, nas quais a região apical se mostrou mais "chocha" (desidratada). Na variedade IAC 52-150, as porções média inferior e basal do colmo apresentaram, durante todo o ciclo, valores bastante próximos e mais estáveis quanto ao volume do caldo extraído, enquanto que as porções média superior e apical, apresentaram decréscimos significativos na quantidade de caldo extraído.

Essa variabilidade na intensidade de "chochamento" entre variedades, como decorrência do florescimento, tem sido ressaltada por vários autores (ALMEIDA et al, 1945; STEHLÉ, 1955b, RAO, 1977; NUNES JR. et al, 1982; SALATA et al, 1982; PEIXOTO e MACHADO, 1986; STUPIELLO, 1987).

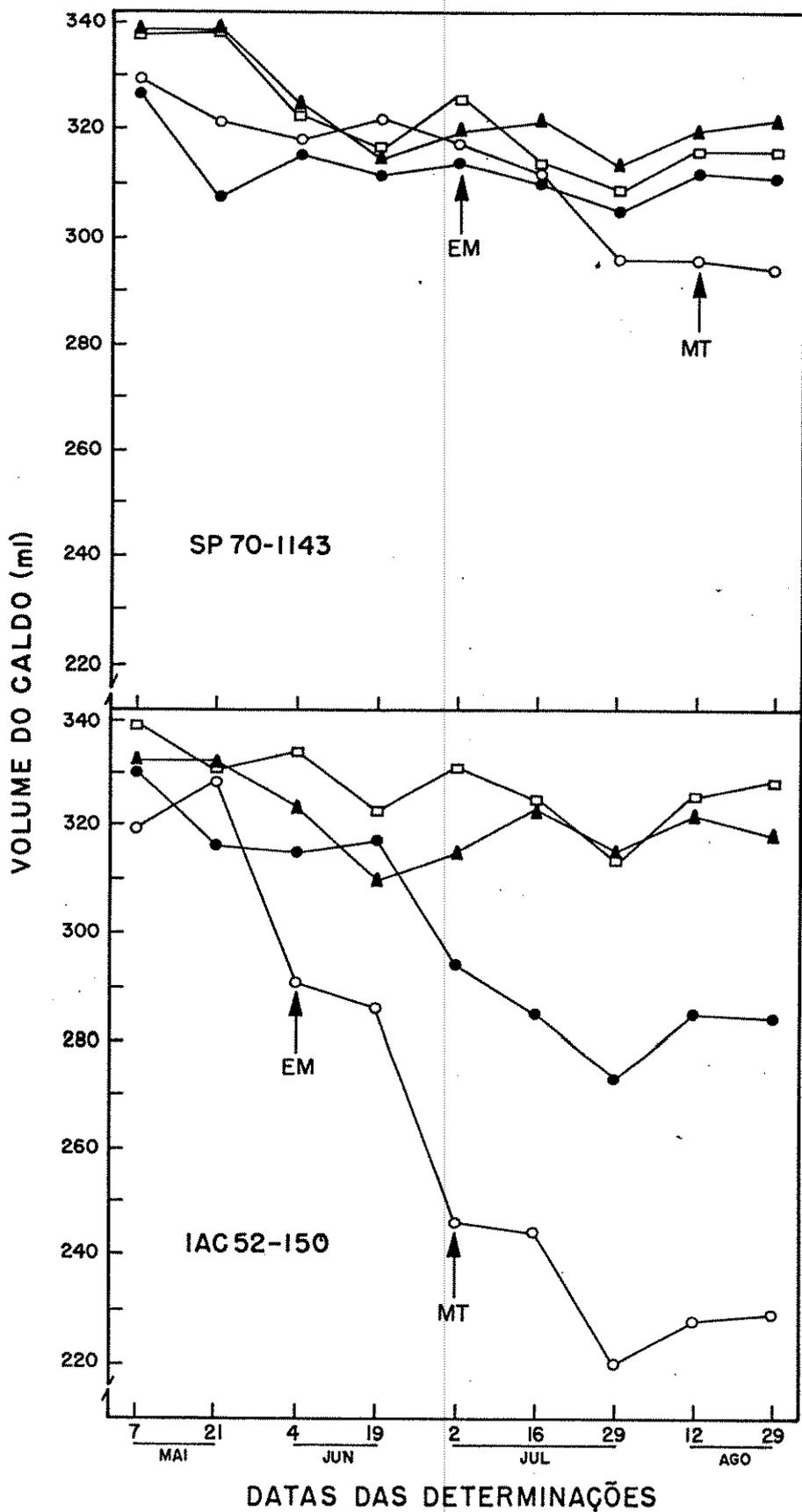


Fig. 12 - Variações no volume de caldo extraído das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Volume do caldo expresso em ml, extraído por prensagem de 500g de bagaço úmido (TANIMOTO, 1964). Média de 3 repetições.

Um ponto em comum, no entanto, no que se refere ao processo de desidratação, foi que sua ocorrência apresentou-se mais intensamente nas regiões superiores do colmo, para ambas variedades. Importante é notar que, na variedade SP 70-1143, a porção apical se apresentou com maior volume de caldo do que a região média superior, até próximo ao crescimento total da panícula, contrariamente ao esperado.

Na variedade IAC 52-150, como esperado, a perda de caldo foi crescente em direção ao ápice, e crítica após a emergência da panícula.

Segundo SALATA et al (1982) o grau de "chochamento" do colmo é associado ao estágio de florescimento e os maiores efeitos são observados sempre nos internódios superiores. LOPEZ-HERNANDES (1965) mostrou que, do 7º internódio para cima, ocorreu uma diminuição da porcentagem de caldo extraído em cerca de 17%. Como pode ser observado na Figura 14, o grau de "chochamento" na variedade IAC 52-150 já era bastante alto nas porções superiores dos colmos durante o "encartuchamento" da inflorescência, atingindo grau máximo quando da maturação floral, após o que se estabilizou. Até na região média inferior, de 70 a 90% dos colmos examinados a partir da emergência da panícula, mostraram-se com mais de 50% de "chochamento", demonstrando ser o fenômeno bastante prejudicial para essa variedade, em relação ao rendimento agroindustrial, encurtando, inclusive, seu período útil de industrialização (STUPIELLO, 1987).

Na variedade SP 70-1143 nota-se um comportamento bastante peculiar. Como mencionado anteriormente, não houve perda significativa de caldo devido ao florescimento (Figura 12). Este fato realça uma característica genética, que poderia estar relacionada a uma maior capacidade de absorção de água do

solo, a qual seria mais prontamente transportada aos internódios superiores, preenchendo os espaços vazios deixados pela água utilizada na expansão dos tecidos da panícula. Essa hipótese, baseia-se na observação de que a variedade SP 70-1143, comparativamente a IAC 52-150 e a SP 70-1284, desenvolve maior volume de raízes (IDE, 1982). Aquele autor encontrou uma relação entre a quantidade de raízes e de partes aéreas, de 51,6% para a SP 70-1143, comparada a valores próximos de 20% nas demais variedades. Essa característica, inclusive, classifica a SP 70-1143 como uma variedade mais resistente à seca. EVANS (1939) também encontrou maior relação (5,14) entre a superfície de absorção de água e superfície de transpiração em variedades mais resistentes à seca, do que nas variedades mais sensíveis (0,84).

Um outro aspecto que poderia explicar o melhor equilíbrio hídrico na variedade SP 70-1143, estaria relacionado a eficiência de transporte da água, baseando-se nos resultados descritos por THULJARAM RAO (1951), onde o número de vasos/cm² presentes nos colmos e raízes mostrou correlação positiva com o grau de resistência à seca.

Pelos dados encontrados neste trabalho seria válido supor que o "çochamento" mais intenso observado na variedade IAC 52-150 esteja relacionado a um desequilíbrio hídrico nos tecidos do colmo, sob condições de estresse hídrico (Figura 3), e a maior taxa de crescimento da panícula.

Naquela variedade, portanto, a perda de água por transpiração das folhas superiores, e a necessidade de água para alongamento celular do eixo floral nas porções superiores do colmo, seriam maiores do que a capacidade de absorção, em condições de baixa disponibilidade hídrica no solo, acentuando o processo de desidratação das células parenquimáticas nos inter

nódios apicais.

Na variedade SP 70-1143 observa-se, pelos dados apresentados na Figura 15, uma oscilação no grau de "chochamento" em relação ao tempo e a região do colmo, permitindo concluir que o processo de transferência de água entre as regiões se dá por etapas e, portanto, de maneira descontínua.

5.2. Fibra & Cana

Assim como para as demais características tecnológicas, a flutuação do teor de fibra entre as regiões do colmo foi diferente entre as variedades estudadas (Figura 13).

Na variedade SP 70-1143 verifica-se que a porcentagem de fibra foi decrescente a partir da base, e que as alterações dentro de cada região seguiu um mesmo padrão. FERNANDES e BENDA (1986) também observaram que o teor de fibra em canas sem "chochamento" foi maior na base do que no ápice dos colmos. No entanto, diferentemente do encontrado por aqueles autores e por NUNES JR. et al (1982), a porção apical, assim como a basal foram as que apresentaram os menores gradientes de aumento até a maturação floral, sendo seguida pelas regiões média inferior e superior, respectivamente. De modo geral, o gradiente observado no teor de fibra para cada região do colmo foi baixo, em torno de 2%.

Apesar de ter sido descrito que, quando ocorre "chochamento" as tendências de variação do volume do caldo e teor de fibra no colmo são inversas e proporcionais (ALMEIDA et al, 1945; RAO, 1977; SALATA et al, 1982; NUNES JR. et al, 1982; IAIA et al, 1985; STUPIELLO, 1987) esta verificação não foi bem caracterizada para a variedade SP 70-1143. Pelas curvas mostradas na Figura 15 foi possível observar que a região do colmo

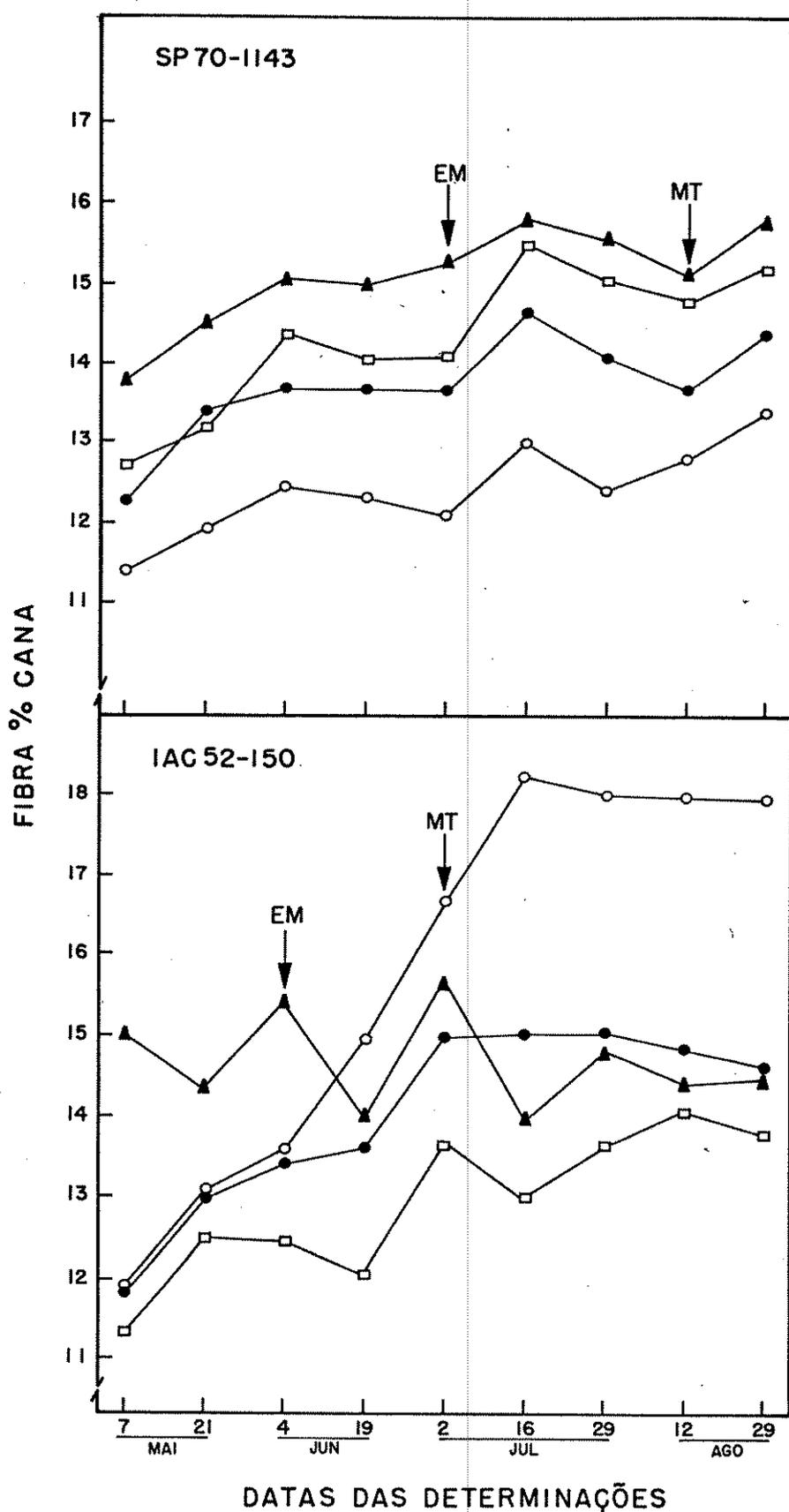


Fig. 13 - Variações no teor de fibra das regiões basal (▲-▲), média inferior (□-□), média superior (●-●) e apical (○-○), dos colmos de cana-de-açúcar variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante e após a formação da panícula. Setas indicam as épocas de emergência (EM) e maturação floral (MT). Dados expressos em porcentagem em relação ao resíduo fibroso da cana. Média de 3 repetições.

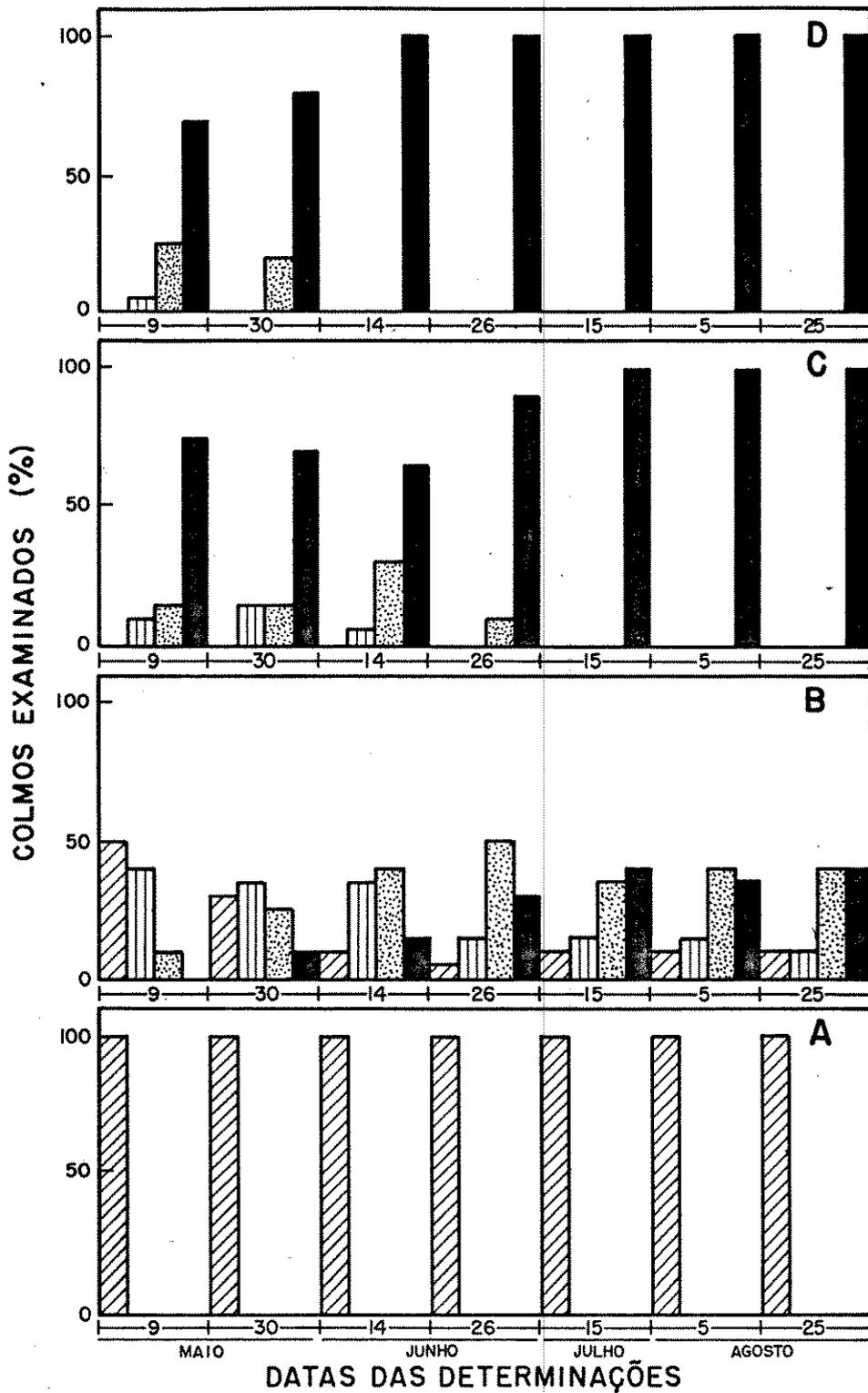
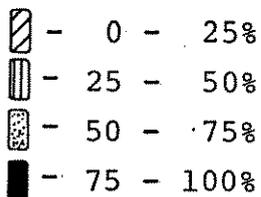


Fig. 14 - Evolução do "chochamento" durante o período de florescimento na variedade IAC 52-150, nas regiões basal (A), média inferior (B), média superior (C) e apical (D). Média de 20 repetições.

Graus de "chochamento"



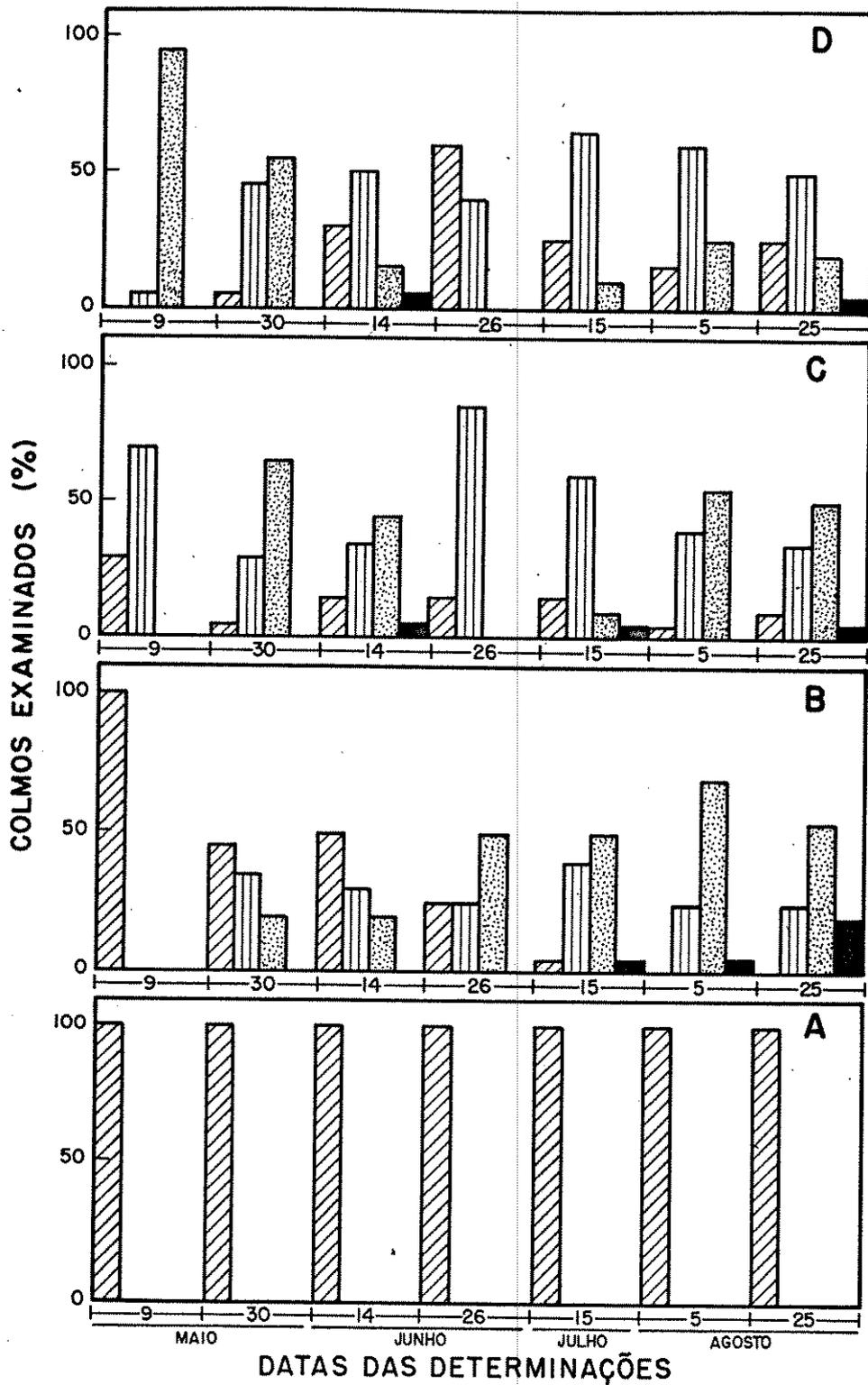


Fig. 15 - Evolução do "chochamento" durante o período de florescimento na variedade SP 70-1143 nas regiões basal (A), média inferior (B), média superior (C) e apical (D). Média de 20 repetições.

Graus de "chochamento"

- ▨ - 0 - 25%
- ▧ - 25 - 50%
- ▩ - 50 - 75%
- - 75 - 100%

com maior grau de "chochamento" no final da maturação floral foi a média inferior, o que concorda com os altos níveis de fibra determinadas para esta região. Contrariamente, o volume de caldo extraído do tecido, mostrou tendência de elevação no final do ciclo. Também para as outras regiões do colmo, com exceção da parte basal, observou-se uma correlação entre teor de fibra e "chochamento", mas não entre "chochamento" e volume do caldo.

Devido a aparente discordância nas observações relacionadas ao processo de "chochamento" e alterações dos valores de teor de fibra e volume de caldo, sugere-se que sejam realizados estudos mais detalhados da morfologia interna dos colmos associados a determinações do conteúdo relativo de água daqueles tecidos.

A variedade IAC 52-150, no entanto, mostrou uma correlação direta entre "chochamento" e teor de fibra, sendo ambas inversamente proporcionais ao volume do caldo, para cada região do colmo (Figura 13).

Na região basal, observam-se maiores valores reais de fibra e uma oscilação durante o período estudado, o que também foi verificado para o volume do caldo. Esse fato pode refletir alterações nas condições de hidratação do tecido, relacionados ao teor de umidade do solo e diferenças no processo de absorção e armazenamento de água. A região média inferior do colmo foi a que apresentou o maior volume do caldo e o menor teor de fibra, sendo que, após a emergência da panícula o teor de fibra cresceu significativamente. Assim, verifica-se que no final do ciclo as regiões medianas e basais apresentaram teor de fibra bastante semelhante, e em torno de 14%, o que está de acordo com os resultados obtidos por SALATA et al,

(1982), para a mesma variedade.

Na variedade IAC 52-150 o gradiente no aumento do teor de fibra foi crescente em direção aos internódios superiores e até a maturação floral, verificando-se, após este período, alta porcentagem de fibra na porção apical no colmo, da ordem de 18%. Essa fase coincidiu com o final da queda acentuada do volume de caldo (Figura 12), e com praticamente 100% de "chochamento" dos internódios superiores (Figura 14).

A estabilidade do processo de "chochamento" nas porções superiores do colmo, observada nas últimas amostragens, também foi reportada por diversos autores (ALMEIDA et al, 1945; LONG, 1976; SALATA et al, 1982; NUNES JR. et al, 1982).

Os altos teores de fibra verificados nas regiões média superior e apical dos colmos da variedade IAC 52-150, principalmente após emergência da panícula, dificultam a extração do caldo, exigindo um melhor preparo da cana, bem como, maior embebição % fibra, a fim de garantir melhor extração de açúcar (STUPIELLO, 1987).

Com a finalidade de contornar estes problemas, principalmente para as variedades que apresentam "chochamento" mais intenso na porção apical, tem sido proposto a prática do "desponte" por ocasião da colheita, para evitar o transporte de material inútil para as fases de industrialização (BARBIERI et al, 1984 e BARBIERI e LOPES, 1987).

Entretanto, alguns trabalhos mostraram que a eliminação de todos os internódios "chochos" pode resultar em queda da produtividade agrícola e industrial (COLETI et al, 1984, STUPIELLO, 1986).

Vários autores concluíram que uma nova estratégia de melhoramento varietal deve ser adotada, visando a obtenção de

variedades com maior quantidade de matéria combustível e açúcar total (STUPIELLO, 1987; MATSUOKA e ARIZONO, 1987). Assim algumas variedades que apresentam alto "chochamento" poderiam também ser aproveitadas em função de sua maior produção de bagaço, que atualmente vem se constituindo como apreciável fonte adicional de renda (STUPIELLO, 1987).

V - CONCLUSÕES

. As variedades estudadas apresentaram diferentes sensibilidades em relação as condições hídricas e a temperatura que interferem no florescimento. A variedade IAC 52-150 mostrou-se menos sensível do que a variedade SP 70-1143.

. A intensidade do efeito das temperaturas não indutivas na iniciação floral foi potencializada em 1984 e minimizada em 1985 e 1986 provavelmente devido ao estado de hidratação das plantas e da época de ocorrência destas temperaturas dentro do período indutivo.

. A porcentagem de panículas que emergiram e a época da emergência, mostrou-se dependente da precipitação pluviométrica durante o período de 'encartuchamento' principalmente na fase inicial do processo.

. A iniciação floral ocorreu ao mesmo tempo nas duas variedades mas a taxa de alongamento da panícula foi significativamente diferente, principalmente durante o período de encartuchamento, induzindo diferentes épocas de emergência da inflorescência.

. O padrão normal de maturação das duas não foi afetado pelo florescimento, porém, valores máximos elevados no teor de sacarose e aceleração da deterioração dos colmos foram observados em decorrência de temperaturas baixas, estresse hídrico e elevada radiação solar durante o período de maturação.

. Maiores teores de pol, brix e pureza do caldo e menores valores de açúcares redutores foram observados na variedade IAC 52-150 (de média produtividade) em comparação com a variedade SP 70-1143 (de alta produtividade) evidenciando haver uma relação inversa entre produtividade agrícola e qualidade do caldo.

. A variedade SP 70-1143 mostrou-se pouco sensível no que se refere a diminuição do volume do caldo durante o processo de florescimento. Este fato poderia estar relacionado a manutenção de balanço hídrico favorável associado à menor ocorrência de chochamento do colmo.

. Na SP 70-1143 observou-se também uma oscilação no grau de 'chochamento' nas diferentes regiões do colmo durante a maturação, permitindo concluir que existe um processo de transferência de água entre as diferentes regiões do colmo que se dá de maneira descontínua.

. Na variedade IAC 52-150 foi observada uma correlação direta entre o desenvolvimento da panícula e a ocorrência de 'chochamento' principalmente na região superior do colmo, sugerindo uma defasagem na reposição da água utilizada na expansão e crescimento da panícula, nos tecidos apicais.

. Foi observada também na variedade IAC 52-150 uma correlação direta entre 'chochamento' e teor de fibra, ambas inversamente proporcionais ao volume do caldo para cada região do colmo. Na variedade SP 70-1143 no entanto verificou-se apenas correlação entre teor de fibra e 'chochamento', não ocorrendo relação entre volume de caldo e 'chochamento'.

VI - RESUMO

Com o objetivo de se estimar a influência das condições climáticas no processo de iniciação e desenvolvimento da inflorescência de cana-de-açúcar, e o posterior efeito do florescimento nos processos de maturação e "chochamento" dos colmos, foram realizados experimentos em condições de campo nas regiões de Piracicaba, em 1984 e 1985 e Campinas, em 1986, utilizando as variedades IAC 52-150 e SP 70-1143.

Para o acompanhamento do processo de formação da inflorescência, foram coletados semanalmente, de fevereiro a julho de cada ano, dez ponteiros dos maiores colmos, sendo que, para as análises tecnológicas e de "chochamento", foram realizadas coletas quinzenais de 30 colmos sendo cada 10 colmos uma repetição, a partir de maio até agosto. Para essas últimas análises, os colmos foram subdivididos em quatro partes, correspondendo às regiões basal, média inferior, média superior e apical.

As análises tecnológicas, realizadas de acordo com a metodologia da prensa hidráulica (TANIMOTO, 1964), permitiram a obtenção, no caldo extraído, dos valores da pol (sacarose), brix (sólidos solúveis), açúcares redutores e volume, e a partir do resíduo fibroso da prensagem a porcentagem de fibra da cana. Com esses dados calcularam-se a pureza do caldo e o açúcar teórico recuperável.

Os resultados obtidos indicaram que, entre os três anos estudados, o de 1984 foi que apresentou as condições mais desfavoráveis ao desenvolvimento reprodutivo. As temperaturas elevadas, a alta radiação solar e a baixa precipitação pluviométrica, ocorridas durante o período crítico de indução floral, foram fatores que inibiram a formação da panícula em 50% dos colmos examinados. O significativo número de noites de temperaturas

mínimas abaixo de 18°C ocorridas no ano de 1985, durante o período indutivo, não afetaram a iniciação floral, uma vez que mais de 85% dos colmos examinados, nas duas variedades, mostraram-se induzidos para florescer. Esses resultados poderiam ser justificados pela alta condição de umidade em que se encontravam as plantas (mais de 50% dos dias críticos foram chuvosos), o que minimizou o efeito negativo das baixas temperaturas. No ano de 1986 as temperaturas elevadas (acima de 30°C) não chegaram a afetar a iniciação floral, pois também naquele ano ocorreram dias chuvosos durante o fotoperíodo indutivo. A iniciação floral ocorreu basicamente na totalidade (99%) dos colmos examinados, porém em apenas 50% deles a expansão da panícula foi completa, pois condições de estresse hídrico e altas temperaturas interromperam o processo de formação da inflorescência. Parece, portanto, que o teor de umidade dos tecidos dos colmos determina a extensão do efeito de temperaturas inibitórias ao florescimento.

Nos anos de 1985 e 1986 a iniciação floral da variedade IAC 52-150 ocorreu em torno de 12 de março, e a emergência da panícula em fins de maio, enquanto que, em 1984, devido as condições desfavoráveis, a iniciação floral só começou em 8 de abril, e a emergência em início de julho, ou seja, com um atraso de 20 e 30 dias, respectivamente. Assim como para a IAC 52-150, a variedade SP 70-1143 também iniciou a formação da inflorescência em 12 de março, após 16 ciclos indutivos. Porém, devido a menor taxa de desenvolvimento, a emergência da panícula da variedade SP 70-1143 ocorreu somente em 2 de julho, 33 dias após a da variedade IAC 52-150. Depois da emergência, a taxa de crescimento foi similar para as duas variedades, indicando que o período de formação pré-emergente da inflorescência foi o que dis

criminou a diferença na época de maturação floral.

O processo de formação da panícula não interferiu no processo de maturação dos colmos para as duas variedades. Na IAC 52-150 o máximo acúmulo de sacarose foi atingido após a maturação floral, enquanto que na SP70-1143 os picos de acúmulo de sacarose e de maturação floral ocorreram simultaneamente. Na variedade IAC 52-150, os maiores teores de brix, pol, pureza e açúcar teórico recuperável, e o menor teor de açúcares redutores, foram inicialmente observados na base dos colmos durante o processo de maturação, e aumentaram num gradiente crescente em direção ao ápice, fazendo com que ocorresse uma homogeneização de maturação dos colmos. Na variedade SP 70-1143, a porção apical manteve teores de sacarose mais baixos que o das regiões medianas e basal, durante todo o ciclo.

O "chochamento" dos colmos durante o florescimento foi bastante intenso na variedade IAC 52-150, principalmente na metade superior dos colmos, evoluindo durante processo de formação da inflorescência. A variedade SP 70-1143 mostrou um grau de "chochamento" intermediário nos colmos, não tendo correlação direta com o alongamento da panícula. Nessa variedade ocorreu uma oscilação no grau de "chochamento" das diferentes regiões do colmo durante o período estudado, sugerindo uma possível reidratação dos tecidos aparentemente "chochos". Observou-se, também, uma correlação entre o teor de fibra e "chochamento" dos colmos, mas não entre "chochamento" e volume do caldo, uma vez que, no final do ciclo, a porção média inferior apresentou os maiores graus de "chochamento" mantendo, também, alto volume do caldo. A variedade IAC 52-150, no entanto, mostrou uma correlação direta e proporcional entre "chochamento" e teor de fibra, e

ambas inversamente proporcionais ao volume do caldo, para cada região do colmo.

Os resultados apresentados mostraram que a variedade IAC 52-150, que apresenta maior potencial para florescimento foi menos sensível às condições climáticas desfavoráveis à expressão floral, e aquela que apresentou alterações mais acentuadas na qualidade tecnológica dos colmos durante o processo de desenvolvimento reprodutivo. Foi observada uma correlação direta entre a taxa de expansão da panícula e a ocorrência do "chochamento". Esse fenômeno foi menos evidente nas plantas da variedade SP 70-1143.

VII - ABSTRACT

ENVIRONMENTAL DETERMINANTS OF FLORAL DEVELOPMENT AND
ITS EFFECTS ON THE TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
SUGARCANE (SACCHARUM SPP).

The effects of environmental conditions on the process of initiation and development of sugarcane flowering structures, and the influence of reproductive growth on cane maturation and pithness, were studied under field conditions in Piracicaba, São Paulo, during the years of 1984 and 1985, and in Campinas, São Paulo, in 1986, utilizing varieties IAC 52-150 and SP 70-1143.

To follow inflorescence formation, ten stalks of each variety were collected weekly, during the month of February till July. Technological analyses and evaluation of pithness, were carried out, at 15 day intervals, from May to August, in different portions of stalks, divided into the basal, lower middle, upper middle, and apical regions.

The results indicated that 1984 the conditions were unfavourable for reproductive growth, due to high temperatures and solar radiation and insufficient rainfall prevailing during induction period, which caused inhibition of panicle formation in approximately 50% of examined plants. On the other hand, temperatures below 18°C, that occurred in 1985, did not affect flower initiation, for more than 85% of plants flowered in both varieties. It is conceivable that high atmosphere humidity during flowering minimized the effect of low temperatures and favoured panicle growth.

During 1986, occurrence of temperatures above 30°C and abundant rainfall promoted flower initiation. However, water stress associated with high temperatures observed in the period of inflorescence formation caused a 50% inhibition of panicle emergence.

In 1985 and 1986, floral initiation IAC 52-150 occurred around the 12th of March and panicle emergence became evident in late May. In 1984, however, due to unfavourable environmental conditions, flower differentiation started on the 8th of April and panicle emergence observed early in July with a 20 and 30 days delay, respectively. Plants of variety SP 70-1143 also showed the onset of inflorescence formation on the 12th of March, after being exposed to 16 inductive cycles.

In SP 70-1143, however, due to slower panicle growth rate emergence occurred with a 33 days delay compared to IAC 52-150. After emergence the growth rate of panicles of the two materials was similar, indicating that the pre-emergence period of inflorescence development actually discriminate the varieties concerning the timing for floral maturation.

Panicle formation did not interfere with the process of stalk maturation in both varieties. In IAC 52-150 plants maximum sucrose accumulation occurred after floral development was completed, differing from SP 70-1143 where the two processes occurred simultaneously.

Canes of the variety IAC 52-150 showed higher brix, pol, purity and estimated recoverable sugar (ERS), and lower reducing sugar content, observed initially in the basal portions of stalks, progressing upwards forming a gradient which led to homogeneous cane maturation. On the other hand,

the apical portion of stalks of SP 70-1143 plants showed lower sucrose content compared to the medium and basal regions during the whole cycle.

A high degree of pithness associated with flowering was observed in the variety IAC 52-150, particularly at the upper and mid stalk portions. Intermediate pithness was visualized in plants of the variety SP 70-1143, apparently not associated with panicle elongation. In SP 70-1143, the degree of pithness oscillated during panicle growth suggesting some tissue rehydration.

A close direct correlation between pithness and fiber content was observed in plants of SP 70-1143, the stalks maintaining high juice volume throughout the period of cane maturation. The variety IAC 52-150 showed a straight correlation between pithness and fiber content, both inversely proportional to juice volume, in each portion of the stalk.

The data showed that plants of the variety IAC 52-150, of high flowering potential, were less affected by the environmental conditions associated to floral expression, which resulted in extensive changes of the technological quality of stalks during reproductive development. Direct correlation between panicle expansion rate and appearance of pithness, was observed. This phenomenon was less evident in plants of the variety SP 70-1143.

VIII- LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, A.G. & SAMUELS, G. 1968. Controlled-temperature studies of growth, enzymology, and sucrose production by two sugarcane varieties in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 52 (3):204-217.
- ALEXANDER, A.G. 1973. Sugarcane Physiology. Elsevier, Amsterdam, 725p.
- ALLARD, H.A. 1938. Complete or partial inhibition of flowering in certain plants when days are too short or too long. J. Agric. Res., 57:775-789.
- ALMEIDA, J.R.; VALSECCHI, O. & GOMES, F.P. 1945. O florescimento da Cana-de-Açúcar. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiróz", 2: 45-117.
- ANTONI, H.J. 1965. Estudio de induccion de floracion en variedades de caña de azúcar mediante tratamiento de fotoperiodes y temperaturas controladas. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán, 45:47-70.
- ARCENEUX, G. 1935. Studies of ripening of sugarcane in Louisiana and of effect of topping upon yields of cane and sugar per acre. U.S. Dept. Agric. Circ. nº 368, 32p.
- ARCENEUX, G. 1967. Flowering of sugarcane. In: 12th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 780-784.
- ARCENEUX, G. & KASSEN, E.S. 1963. A plan for the improvement of sugar cane varieties in Egypt. Sugar J., 25:10-36.

- BARBIERI, V.; BACCHI, O.O.S.; BASSINELO, A.I. & VILLA NOVA, N. A. 1981. Estudos dos efeitos do clima no florescimento da cana-de-açúcar. In: 2º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, Anais. Rio de Janeiro, 3:341-362.
- BARBIERI, V.; MANIERO, M.A. & MATSUOKA, S. 1984. O florescimento da cana-de-açúcar e suas implicações no manejo agrícola. In: 3º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, Anais. São Paulo;273-276.
- BARBIERI, V. & LOPES, J.J.C. 1987. Metodologia para estimativa dos efeitos do florescimento na qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar (Var. NA56-79). In: 4º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Anais. Olinda: 376-379.
- BENDIGIRI, A.V.; JADHAV, M.B.; HAPASE, D.G. & PATIL, S.S. 1980. Studies on effect of flowering and delayed harvesting in sugarcane variety - Co 740. In: 44th Annual Convention of the Sugar Technologists Association of India. Proceedings. p.132-136.
- BERNIER, G.; KINET, J.M. & SACHS, R.M. 1985. The physiology of flowering. V.1. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 231p.
- BOYER, I.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. - Plant Physiol., 46:233-235.
- BRETT, P.G.C. 1951. Flowering and pollen fertility in relation to sugarcane breeding in Natal. In: 7th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.43-56.

- BURR, G.O. 1950. The flowering of sugarcane. Repts Hawaiian Sugar Technol., 9:47-49.
- BURR, G.O.; HARTT, C.E.; BRODIE, H.W.; TANIMOTO, T.; KORTSCHAK, H.P.; TAKAHASHI, D.; ASHTON, F.M. & COLEMAN, R.E. 1957. The sugarcane plant. Ann. Rev. Plant Physiol, 8:275-307.
- CARLUCCI, M.V. & DEUBER, R. 1987. Influência da remoção de folhas no florescimento e características tecnológicas de cana-de-açúcar (Saccharum spp.). In: 4º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Anais. Olinda: 365-376.
- CARLUCCI, M.V. & RAMOS, M.T.B.R. 1989. Influência da deficiência hídrica no florescimento e características tecnológicas de cana-de-açúcar (Saccharum spp.). Pesq. Agropec. Bras., 24 (4):461-466.
- CHAPMAN, L.S. 1983. The influence of varieties and soil moisture on C.C.S. trends. In: Congress of Queensland Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.17-27.
- CHILTON, S.J.P. & MORELAND, C.F. 1954. Experiments on the flowering of sugarcane. Sugar Bull. 32:165-169.
- CHILTON, S.J.P. & PALIATSEAS, E.D. 1956. Studies on the flowering of sugarcane. In: 9th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.652-656.
- CHU, T.L. & SERAPION, J.L. 1969. Effect of certain climatic factors on flowering of sugarcane at Gurabo, Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R., 53(4):221-229.
- CHU, T.L. & SERAPION, J.L. 1971. Flower initiation and tassel emergence in sugarcane. J. Agr. Univ. P.R., 55(1):101-113.

- CLEMENTS, H.F. 1940. Integration of climatic and physiologic factors with reference to the production of sugarcane. Hawaiian Planters' Rec., 44:201-233.
- CLEMENTS, H.F. 1968. Lengthening versus shortening dark periods and blossoming in sugarcane as affected by temperature. Plant Physiol., 43:57-60.
- CLEMENTS, H.F. 1975. Flowering of sugarcane: Mechanics and Control. Technical Bulletin n^o 92. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii. 56p.
- CLEMENTS, H.F. & AWADA, M. 1964. Factors affecting the flowering of sugarcane. Indian J. Sugar Cane Res. Dev., 8:140-159.
- CLEMENTS, H.F. & AWADA, M. 1967. Experiments on the artificial induction of flowering in sugar cane. In: 12th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings: 795-812.
- COLEMAN, R.E. 1960. Factors involved in the flowering of sugarcane (Saccharum spp.). In: 10th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.805-814.
- COLEMAN, R.E. 1963a. Control of flowering and the use of pollen storage as techniques in a sugarcane breeding programme. In: 11th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 533-540.
- COLEMAN, R.E. 1963b. Effect of temperature on flowering in sugar cane. Intern. Sugar. J., 65:351-353.

- COLEMAN, R.E. 1965. Effect of intercalated noninductive nights on floral initiation in sugarcane. Phyton., 22:15-18.
- COLEMAN, R.E. 1967. Some aspects of the flowering stimulus production in sugarcane. In: 12th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.813-818.
- COLEMAN, R.E. 1969. Physiology of flowering in sugarcane. In: 13th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 992-1000.
- COLETI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; FREITAS, P.G.R.; CORBINI, J.L.; WALDER, L.A.M. & CAMPONEZ NETO, A. 1984. Inibição de florescimento pelo uso do ethephon e sua influência na biomassa. In: 3º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, Anais. São Paulo: 348-351.
- COPERSUCAR, 1983. Novas variedades Copersucar. Boletim Técnico Copersucar, Edição Especial:1-59.
- CROCOMO, O.J. & SILVEIRA, J.A.G. 1983. O sistema "fonte-reservatório" e a produtividade da cana-de-açúcar. Agricultura, Boletim Semestral da FEALQ, Piracicaba, 1:6-7.
- CROSS, W.E. 1945. El problema en la caña helada en la fabricacion del azucar. Est. Exp. Agríc. Tucumán. Boletim nº 52, 42p.
- CULTIVARES lançados pelo IAC no período 1968 - 1979. 1980. O Agrônômico, 32:39-168.
- DANIELS, J. 1963. Experimental control of flowering in Saccharum spontaneum L. In: 11th Congress of the International Society of the Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 527 - 532.

- DANIELS, J.; GLASZIOU, K.T. & BULL, T.A. 1967. Flowering in Saccharum spontaneum. In: 12th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1027 - 1032.
- DAS, U.K. 1931. The problem of juice quality. Hawaiian Planter' Rec., 35:163-201.
- DAS, U.K. 1935. A pot experiment with cane grown in the same soil but under different climatic conditions. Hawaiian Planter' Rec., 39:26-29.
- DAVIES, W.M.L. 1967. Investigations on the incidence of 'pithiness' in sugarcane and the effect of 'pithiness' on juice quality and fibre content. Ann. Rep. Tate and Lyle Cent. Agric. Res. Sta.:98-101.
- DAVIES, W.N.L. & VLITOS, A.J. 1970. Some aspects of flowering in sugarcane and its relationship to sucrose metabolism. In: Bernier, G. (ed.). Cellular and Molecular Aspects of Floral Induction. Longman, London. p. 462-471.
- DEUBER, R. 1986. Florescimento e maturação da cana de açúcar. In: 3ª Seminário de Tecnologia Agronômica. Anais. p.585-593.
- DEUBER, R. & CARLUCCI, M.V. 1988. Florescimento da cana-de-açúcar: seu controle com ethephon e sua relação com o acúmulo de sacarose. In: 17ª Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Resumos. p. 385.
- DEUBER, R. & IRVINE, J.E. 1986. Manejo do Florescimento da Cana de Açúcar com a aplicação de Ethephon. Boletim Técnico Coperucar. (no prelo).

- EDWARDS, E. & PAXTON, J.G. 1979. Effects of photoperiods and temperature on the rate of elongation of sugarcane leaf sheaths. In: 53th Annual Congress of South African Sugar Technologists' Association. Proceedings. p. 163-164.
- ELLIS, T.O.; VAN BREEMEN, J.F. & ARCENEUX, G. 1967. Flowering of sugarcane in relation to maximum temperatures during the induction period. In: 12th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 790-794.
- EVANS, H. 1939. Some aspects of the problem of drought resistance in sugarcane. In: 6th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 802-808.
- EVANS, H. 1970. Effect of flowering on loss of sugar per acre in sugarcane. Sugar cane Breeders Newsletter. nº 25.
- FERNANDES, A.C. 1985. Autorização da colheita da cana-de-açúcar. In: 4º Seminário de Fermentação Alcoólica "Jayme Rocha Almeida". Anais. p. 12-21.
- FERNANDES, A.C. 1987. Manual de amostragem e análise tecnológica da cana-de-açúcar. COPERSUCAR, São Paulo. 48p.
- FERNANDES, A.C. & BENDA, G.T.A. 1985. Distribution patterns of brix and fibre in the primary stalks of sugar cane. Sugar Cane, 5:8-13.
- FERNANDES, A.C. & BENDA, G.T.A. 1986. Sugar storage in sugar cane stalks. Sugar Cane, 2:10-14.
- FOGLIATA, F.A. 1966. Deterioro por heladas en algunas variedades de caña de azucar. Rev. Ind. Agríc. Tucumán, 44(2-3):35-64.

- FOGLIATA, F.A. & MORIN, D.M. 1975. Calidad industrial de la caña de azúcar florecida. Rev. Ind. Agríc. Tucumán, 52(1):49-60.
- FRYDMAN, R.B. & HASSID, W.A. 1963. Biosynthesis of sucrose with sugar cane leaf preparations. Nature, 199:382-383.
- GAYLER, K.R. & GLASZIOU, K.T. 1972. Physiological function of acid and neutral invertases in growth and sugar storage in sugarcane. Physiol. Plant., 27:25-31.
- GEORGE, E.F. & LALOUILLE, J.A. 1963. Photoperiodic experiments on the sugar cane variety C.P. 36-13. In: 11th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p.516-527.
- GLASZIOU, K.T. 1961. Accumulation and transformation of sugar in stalks of sugarcane. Origin of glucose and fructose in inner space. Plant Physiol., 36:175-179.
- GLASZIOU, K.T. 1962. Accumulation and transformation of sugar in sugarcane stalks. Mechanism of inversion of sucrose the inner space. Nature, 193:1100.
- GLASZIOU, K.T. 1964. Factors affecting photosynthesis. Rept. David North Plant Research Center. p.27-28.
- GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A.; HATCH, M.D. & WHITEMAN, P.C. 1965. Physiology of sugarcane. VII. Effects of temperature, photoperiod duration and diurnal and seasonal temperature changes on growth and ripening. Aust. J. Biol. Sci., 18:53-66

- GLASZIOU, K.T. & BULL, T.A. 1967. The relation between total in-
vertase activity and internode expansion in sugar cane stal-
ks. In: 12th Congress of the International Society of Sugar
Cane Technologists. Proceedings. p. 575-581.
- GLASZIOU, K.T. & GAYLER, K.R. 1972. Storage of sugars in stalks
of sugarcane. The Botanical Review 38:471-490.
- GOMES, F.P.; CARDOSO, E.M. & CAMOLESE, N. 1952. O florescimento
na Variedade de Cana Co-331 (Co-3X). Anais da E.S.A. "Luiz de
Queiróz", 9:158-174.
- GONZALEZ, G.A. 1961. Avances en los studios para controlar la
floração de la caña de azúcar. Bol. Azuc. Mexicano nº 139:
9-14.
- GOSNELL, J.M. 1973. Some factors affecting flowering in sugarca-
ne. In: 47th Annual Congress of the South African Sugar Te-
chnologists' Association. Proceedings. p. 144-147.
- GOSNELL, G.M. & JULIEN, M.H.R. 1976. Variations in the effects
of flowering on cane yield and quality. In: 1th Seminar of
Sugar Cane Ripener. Proceedings. p. 253-257.
- GOSNELL, J.M. & LONG, A.C. 1973. A comparison of yield and qua-
lity between flowered and non-flowered cane. In: 47th Annual
Congress of the South African Sugar Technologists' Associa-
tion. Proceedings:148-166.
- HAQ, S. & HASSID, W.Z. 1965. Biosynthesis of sucrose phosphate
with sugarcane leaf chloroplasts. Plant Physiol., 40(4):591-
594.

- HATCH, M.D. & GLASZIOU, K.T. 1963. Sugar acumulation cycle in sugarcane. II. Relationship of invertase activity to sugar content and growth rate in storage tissue of plants growth in controlled environments. Plant Physiol., 38:344-348.
- HATCH, M.D.; SACHER, J.A. & GLASZIOU, K.T. 1963. Sugar acumulation cycle in sugarcane. I. Studies on enzymes of the cycle. Plant Physiol., 38:338-343.
- HARTT, C.E. 1965. Light and translocation ^{14}C in detached blades of sugarcane. Plant Physiol., 40:718-724.
- HAWKER, J.S. & HATCH, M.D. 1965. Mechanism of sugar storage by mature stem tissue of sugarcane. Physiol. Plant. 18:444-453.
- HOFFMANN, C. 1980. The concentration of juice of different joints along sugar cane stalks. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 725-731.
- HSIAO, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., 24:519-570.
- HSIAO, T.C. & ACEVEDO, E. 1974. Plant responses to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. Agric. Meteorol., 14:59-84.
- HUMBERT, R.P.; LIMA, G.M. & GOVEAS, J. 1969. Tassel control progress with reglone in the mexican sugar industry. In: 13th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 462-467.
- IAIA, A.M.; LEE, T.S.G.; MATSUOKA, S.; PARAZZI, C.; FERRARI, S. E. & BARBIERI, V. 1985. Efeito do florescimento no rendimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, 103(4, 5 e 6): 18-25.

- IDE, B.Y. 1982. Bioconversão em cana-de-açúcar. Relatório Técnico. Projeto DFM/ESALQ - FINEP - COPERSUCAR. 6p.
- INMAN-BAMBER, N.G. & WOOD, R.A. 1987. Estimating sucrose content in the top part of cane stalks to identify optimum topping height. In: 61th Annual Congress of the South African Sugar Technologists' Association. Proceedings. p. 128-131.
- IRVINE, J.E. 1969. Effects of an early freeze on Louisiana sugar cane. In: 13th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 837-839.
- JAMES, N.I. & MILLER, J.D. 1972a. Shoot apex development in early-, mid-, and late-season flowering sugarcane clones. In: 14th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 334-340.
- JAMES, N.I. & MILLER, J.D. 1972b. Photoperiod control in the USDA sugarcane crossing program. In: 14 th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 341-347.
- JUANG, P.Y. 1969. A study on flowering behavior of sugarcane in different geografic conditions. In: 13th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 840-848.
- JULIEN, M.H.R. 1969. The role of leaves in the perception and inhibition of the flowering stimulus in sugarcane. In: 13th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 976-983.

- JULIEN, M.H.R. 1972. The photoperiodic control of flowering in Saccharum. In: 14th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 323-333.
- JULIEN, M.H.R. 1973. Physiology of flowering in Saccharum. I. Daylength control of floral initiation and development in S. spontaneum L. Journal of Exp. Bot. 24(80):549-557.
- JULIEN, M.H.R.; DELAVEAU, P.; SOOPRAMANIEN, G.C. & MARTINE, J. F. 1978. Age, time of harvest and environment as factors influencing differences in yield between flowering and vegetative canes. In: 16th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1771-1790.
- JULIEN, M.H.R.; SOOPRAMANIEN, G.C. & LORENCE, C. 1974. Juvenility, senility, climate and flowering in Saccharum. In: 15th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 984-990.
- JULIEN, M.H.R.; SOOPRAMANIEN, G.C.; MARTINE, J.F. & MEDAN, H. 1980. The role of side shoots in flowered stalks of sugar cane. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 571-582.
- KIRKHAM, M.B.; GARDNER, W.B. & GERLOFF, G.C. 1972. Regulation of cell division and cell enlargement by turgor pressure. Plant Physiol., 49:961-962.
- LANG, A. 1965. Physiology of flower initiation. Encyclopedia Plant Physiol., 15:1380-1536.
- LEVI, C.A. 1981. Floracion de caña de azucar. Determinacion de requerimientos fotoperiodicos. Rev. Ind. Agric. Tucumán, 58: 35-58.

- LOCKHART, J. 1961. Mechanism of the photoperiodic process in higher plants. Encyclopedia Plant Physiol., 16:390-438.
- LONG, A.C. 1976. A large varietal difference in cane deterioration due to flowering. In: 50th Annual Congress of the South African Sugar Technologists' Association. Proceedings. p.78-81.
- LÓPEZ-HERNANDEZ, J.A. 1965. The quality of flowering cane. Sugar Azúcar, 60:41-42.
- LUGO-LÓPEZ, M.A. & CAPÓ, B.G. 1954. The effect of weather and climate on the sucrose content sugarcane. J. Agric. Univ. P. R., 38(4):149-169.
- MAC COLL, D. 1977. Some aspects of the flowering of sugar cane in Barbados and its control in a breeding programme. Ann. Bot., 41:191-207.
- MAC COLL, D. 1980. Morphological and physiological bases of differences in quality between sugarcane clones. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 179-189.
- MACHADO, E.C. 1987. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: Bicudo, D.P. (Coord.). Cana-de-Açúcar. Cultivo e Utilização. Vol. 1. Fundação Cargill, Campinas. p. 56-87.
- MANGELSDORF, A.J. 1956. Sugar cane breeding: In retrospect and prospect. In: 9th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 560-575.
- MARTIN-LEAKE, H. 1946. The flowering of the sugarcane. Int. Sugar J., 48:174-176.

- MATSUOKA, S. & ARIZONO, H. 1987. Avaliação de variedades pela capacidade de produção de biomassa e pelo valor energético. In: 49 Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, Anais. Olinda:220-225.
- MENDONÇA, J.R. de. 1981. Efeito da geada nas características tecnológicas de diferentes variedades e clones de cana-de-açúcar (Saccharum spp.). Tese de Mestrado, FCVA/UNESP, Jaboticabal, SP. 112p.
- MENSHAWI, Z.A. 1978. Floral induction of sugarcane during the spring and summer months at Hawamdieh, Egypt. In: 16th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 137-145.
- MEYER, B.S.; ANDERSON, D.B. & BÖHMING, R.H. 1965. Introduction to Plant Physiology. D. Van Nostrand Company, Inc., New Jersey, 565p.
- MEYER, R.F. & BOYER, J.S. 1972. Sensitivity of cell division and cell elongation to low water potentials in soy bean hypocotyls. Planta, 108:77-76
- MIDMORE, D.J. 1980. Effects of photoperiod on flowering and fertility of sugarcane (Saccharum spp.). Field Crops Res., 3: 65-81.
- MOORE, P.H. 1969. How early can we detect inflorescences. Ann. Rep. Exp. Sta. Hawaiian Sugar Planters Assn. 48p.
- MOORE, P.H. 1971. Investigations on the flowering of Saccharum. I. Ontogeny of the inflorescence. Can. J. Bot., 49:677-682.

- MOORE, P.H. 1974. Investigations on the flowering Saccharum. II. Number of spindle leaves and date of induction. In: 15th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1-10.
- MOORE, P.H. 1985. Saccharum. In: Halevy, A.H. (ed.). CRC Handbook of flowering. vol IV. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. p. 243-262.
- MOORE, P.H. 1987. Physiology and control of flowering. In: Copersucar (ed.). Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop. São Paulo, SP. p. 103-127.
- MOORE, P.H. & NUSS, K.J. 1987. Flowering and flower synchronization. In: Heinz, D.J. (ed.). Sugarcane Improvement Through Breeding. Elsevier, Amsterdam. p.273-311.
- MURNEEK, A.E. 1948. Vernalization and Photoperiodism. Murneek, A.E. & WHYTE, R.O. (eds.). Chronica Botanica Waltham, Mass. 83p.
- NAYLOR, A.W. 1961. The photoperiodic control of plant behavior. Encyclopedia Plant Physiol., 16:331-390.
- NOUR, A.H.; EL-MANHALY, M.A.; ESKANDAR, R.A. & IBRAHIM, S. G. 1980. Relationship between flowering and some characters in different sugar cane varieties. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1296-1300.

- NUNES JUNIOR, D.; GIACOMINI, G. & OLIVEIRA, A.A. 1982. Comparação do florescimento, isoporização e qualidade tecnológica em duas variedades de cana-de-açúcar na presença de maturador. Boletim Técnico Copersucar, 20:20-31.
- NUSS, K.J. 1980. Effects of photoperiod and temperature on initiation and development of flowers in sugarcane. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 486-493.
- NUSS, K.J. & BRETT, P.G.C. 1977. Artificial induction of flowering in a sugarcane breeding programme. In: 6th Congress of the South African Genetics Association. Proceedings. p. 54-64.
- OLIVEIRA, L.E.M. 1985. Comportamento fisiológico de plantas de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) sob condições de deficiência hídrica. Alterações da assimilação do nitrato e mobilização de açúcares. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, S.P. 126p.
- PALIATSEAS, E.D. 1963. Further studies on flowering of sugar cane in Louisiana. In: 11th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 504-515.
- PALIATSEAS, E.D. 1972. Flowering of sugarcane with reference to induction and inhibition. In: 14th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 354-364.
- PALIATSEAS, E.D. & CHILTON, S.J.P. 1956. The induction of the emergence of the inflorescence of sugarcane. In: 9th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 657-664.

- PALIATSEAS, E.D.; STEIB, R.J.; DUNCKELMAN, P.H. & CHILTON, S.J. P. 1954. The production of free seed of sugar cane in Louisiana. In: 8th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 361-364.
- PANJE, R.R. & SRINIVASAN, K. 1960. Studies in Saccharum spontaneum. A note on the flowering sequence of Saccharum spontaneum clones. In: 10th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 819-824..
- PEIXOTO, T.C. & MACHADO JUNIOR, G.R. 1983. Levantamento de florescimento e isoporização de quatro variedades de cana-de-açúcar nas regiões de Piracicaba, Sertãozinho e Jaú. Boletim Técnico Copersucar, 21:21-25.
- PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V. & VILLA NOVA, N.A. 1983. Condicionamento climático da indução ao florescimento em cana-de-açúcar. Boletim Técnico PLANALSUCAR. Piracicaba, 5(3):5-14.
- PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V. & MANIERO, M.A. 1986. Condicionamento climático da indução ao florescimento em cana-de-açúcar. Revista da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Piracicaba, 4(6):56-59.
- RAO, P.S. 1977. Effects of flowering on yield and quality of sugarcane. Exp. Agric., 13:381-387.
- RIZK, T.Y. & NORMAND, C.W. 1968. Enzyme activity and sucrose inversion. Sugar J., 31(3):12-13.
- RODRIGUEZ, O.A.; RINCONES, C. & HURTADO, S. 1985. Efectos de la floración sobre la calidad del jugo en 34 variedades de caña de azúcar. Caña de Azúcar, 3(1):43-61.

- ROHRIG, P.E.; ELLIS, T.O. & ARCENEUX, G. 1960. Microclimate modification by mist sprays within polyethylene enclosures in relation to flowering of sugarcane. In: 10th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 794-801.
- SACHER, J.A.; HATCH, M.D. & GLASZIOU, K.T. 1963. Sugar accumulation cycle in sugarcane. III. Physical and metabolic aspects of the cycle in immature storage tissues. Plant Physiol., 38: 348-354.
- SACHS, R.M. 1956. Floral initiation in Cestrum nocturnum L., a long-short day plant. Plant Physiol., 31:185-191.
- SALATA, J.C.; FERREIRA, L.J. & CASAGRANDE, A.A. 1982. Interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades comerciais de cana-de-açúcar (Saccharum spp). Brasil Açucareiro, 99(1):45-55.
- SAMPIETRO, A.R.; VATTUONE, M.A. & PRADO, F.E. 1980. A regulatory invertase from sugar cane leaf-sheaths. Phytochem., 19: 1637-1642.
- SARTORIS, G.B. 1939. The behavior of sugarcane in relation of length of day. In: 3th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 796-801.
- SHAW, M.E.A. 1980. The influence of minimum air temperature and rainfall on year-to-year variation in cane quality. Jamaica Assoc. Sug. Tech. J., 41:115-118.
- SINGH, S. 1978. Flowering of sugarcane at Coimbatore. In: 16th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1671-1682.

- SLATYER, R.O. 1967. Plant water relationships. London, Academic Press. 366p.
- STEHLÉ, H. 1955a. The principal agronomic aspects of the flowering of sugar cane: growth, methods of cultivation, maturity, deterioration, after arrowing, upper point of cutting. In: Congress of British West Indies Sugar Technologists. Proceedings. p. 49-58.
- STEHLÉ, H. 1955b. Intensity and seasons at which sugar cane flowers in relation to the sucrose and glucose content and the purity of juices. In: Congress of British West Indies Sugar Technologists. Proceedings. p. 58-62.
- STEVENSON, G.C. 1965. Flowering in sugarcane. In: Genetics and Breeding of Sugarcane. Longmans, Green and Co., London. p. 72-97.
- STORY, C.G. 1969. The significance of arrowing. The South African Sug. J., 12:899.
- STUPIELLO, J.P. 1986. Variedades - Ótica Agrícola e Ótica Industrial. STAB, Piracicaba, 5(1):44-50.
- STUPIELLO, J.P. 1987. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: Bicudo, S.P. (Coord.). Cana-de-açúcar, Cultivo e Utilização. vol. 2. Fundação Cargill, Campinas. p. 761-781.
- SUZUKI, J. 1983. Biossíntese e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar (Saccharum spp.): Influência do ion potássio durante diferentes estágios de crescimento em solução nutritiva. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 96p.

- TANIMOTO, T. 1964. The press method of cane analysis. Hawaiian Planters' Record, 57(2):133-150.
- TANIMOTO, T. & BURR, G.O. 1956. With holding irrigation to control flowering in sugarcane. In: 31th Congress of the Hawaiian Academic Science. Proceedings. p. 18-19.
- THULJARAM RAO, J. 1951. Xeromorphic adaptations in sugarcane for resistance to drought. In: 7th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 189-195.
- VAN BREEMEN, J.F.; LIU, L.J.; ELLIS, T.O. & ARCENEUX, G. 1963. Effect of elevation on arrowing and pollen fertility in sugar cane. In: 11th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 540-545.
- VAN DILLEWIJN, C. 1952. Botany of Sugarcane. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass. 371p.
- VIJAYASARADHY, N. & NATHAN, S.J.S. 1957. Experimental studies of the factors controlling flowering in sugarcane. I. Indian J. Sugarcane Res. Dev., 1:151-163.
- VIJAYASARADHY, N. & NARASIMHAN, R. 1954. Control of flowering of sugarcane. In: 8th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 371-401.
- VIJAYASARADHY, N. & VANITHAMONY, P. 1957. Experimental studies of the factors controlling flowering in sugarcane. II. Indian J. Sugarcane Res. Dev., 1:210-219.

- WALDRON, J.C.; GLASZIOU, K.T. & BULL, T.A. 1967. The physiology of sugarcane. IX Factors affecting photosynthesis and sugar storage. Aust. J. Biol. Sci., 20:1043-1052.
- YATES, R.A. 1983. The influence of pre-harvest temperature and rainfall on cane quality. In: 18th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 303-334.
- YATES, R.A. 1986. The effects of climate on cane quality at the Equator. In: 19th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 228-235.
- YEU, W.K. 1980. Studies on flowering of sugar cane in South of Haiwan, China. In: 17th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. p. 1301-1306.
- ZULLO, M.A.T. & RAMOS, M.T.B. 1984. Cálculo de resultados em análises tecnológicas de cana-de-açúcar pelo método da prensa. Pesq. Agropec. Bras., 19(40):495-498.

APÊNDICE

Quadro 1. Erro padrão das médias do comprimento da panícula² das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143, durante o período de florescimento

Data de Coleta	IAC 52-150			SP 70-1143
	1984	1985	1986	1985
12/03	0,001	0,001	0,002	0,002
18/03	0,001	0,002	0,002	0,003
25/03	0,001	0,006	0,004	0,005
31/03	0,001	0,05	0,07	0,07
08/04	0,002	0,05	0,06	0,04
14/04	0,003	0,10	0,11	0,09
22/04	0,004	1,58	1,73	0,24
29/04	0,07	5,10	5,76	0,33
06/05	0,06	5,05	6,10	1,56
13/05	0,08	7,14	6,97	2,02
20/05	0,17	4,23	7,10	4,20
28/05	1,50	6,33	5,38	6,15
05/06	2,45	9,81	8,45	6,10
12/06	5,31	17,02	12,34	7,83
18/06	8,06	10,45	10,05	5,05
25/06	7,85	8,52	14,22	7,51
02/07	10,44	7,17	13,25	8,33
09/07	11,20	10,14	12,51	9,40
16/07	8,50	7,08	10,44	15,25
22/07	15,03	9,50	9,57	12,67
29/07	12,56	5,86	8,40	16,14
05/08	-	-	-	8,90
12/08	-	-	-	10,25
19/08	-	-	-	9,48
27/08	-	-	-	11,16

²Médias estão representadas nas Figuras 1, 2, 4 e 5.

Quadro 2. Erro padrão das médias do teor de brix¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio à agosto.

Épocas de Análise	Partes do Colmo		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	BASAL		IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	0,07	0,18	0,27	0,17	0,11	0,17	0,43	0,38
21/05	0,29	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,11	0,17
04/06	0,27	0,24	0,17	0,30	0,12	0,44	0,47	0,17
19/06	0,33	0,18	0,33	0,18	0,03	0,14	0,18	0,27
02/07	0,26	0,12	0,13	0,23	0,26	0,10	0,23	0,29
16/07	0,07	0,27	0,03	0,03	0,18	0,13	0,08	0,20
29/07	0,11	0,03	0,21	0,09	0,03	0,07	0,42	0,11
12/08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,29	0,07	0,20	0,23
29/08	0,17	0,12	0,24	0,06	0,12	0,10	0,23	0,20

¹ Médias estão representadas na Figura 7.

Quadro 3. Erro padrão das médias do teor de sacarose (poi)¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio à agosto.

Partes do Colmo	BASAL		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	0,10	0,42	0,25	0,15	0,23	0,26	0,47	0,46
21/05	0,33	0,29	0,27	0,25	0,21	0,07	0,32	0,17
04/06	0,33	0,38	0,26	0,12	0,15	0,21	0,23	0,20
19/06	0,09	0,39	0,21	0,26	0,31	0,20	0,40	0,33
02/07	0,32	0,35	0,14	0,47	0,28	0,21	0,32	0,41
16/07	0,36	0,43	0,31	0,03	0,15	0,23	0,36	0,19
29/07	0,33	0,07	0,04	0,21	0,06	0,12	0,27	0,09
12/08	0,18	0,10	0,09	0,06	0,32	0,10	0,12	0,26
29/08	0,18	0,46	0,45	0,15	0,15	0,07	0,21	0,21

¹ Médias estão representadas na Figura 8.

Quadro 4. Erro padrão das médias do teor de pureza¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1132 durante o período de maio à agosto.

Épocas de Análise	Partes do Colmo		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	BASAL	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	0,54	1,39	0,25	0,25	1,00	0,92	1,54	1,69
21/05	0,90	0,92	0,83	0,67	0,04	0,99	0,75	0,33
04/06	0,61	0,95	1,31	0,83	1,65	0,81	1,76	0,87
19/06	0,38	1,15	0,61	0,67	0,25	0,42	1,23	0,70
02/07	0,27	1,16	0,46	1,26	0,22	0,69	0,84	0,99
16/07	1,24	0,96	1,48	0,29	0,93	0,90	2,64	0,91
29/07	0,43	0,26	0,55	0,53	0,21	0,39	1,79	0,11
12/08	0,43	1,22	0,90	0,27	0,23	0,38	0,90	0,23
29/08	0,23	2,02	2,38	0,20	0,37	0,42	0,73	0,37

¹ Médias estão representadas na Figura 9.

Quadro 5. Erro padrão das médias do teor de açúcares redutores¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio à agosto

Partes do Colmo	BASAL		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
Épocas de Análise								
07/05	0,06	0,05	0,01	0,11	0,03	0,09	0,03	0,05
21/05	0,07	0,03	0,11	0,05	0,06	0,16	0,04	0,07
04/06	0,13	0,09	0,05	0,17	0,08	0,12	0,02	0,03
19/06	0,02	0,06	0,07	0,04	0,08	0,04	0,01	0,10
02/07	0,03	0,07	0,05	0,13	0,02	0,04	0,06	0,08
16/07	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,06	0,06	0,04
29/07	0,02	0,02	0,09	0,05	0,01	0,02	0,02	0,09
12/08	0,01	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03	0,05
29/08	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02

¹ Médias estão representadas na Figura 10

Quadro 6. Erro padrão das médias do teor de açúcar teórico recuperável¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio à agosto.

Partes do Colmo	BASAL		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	1,01	0,41	1,86	1,05	1,99	2,53	1,01	1,78
21/05	0,94	2,74	0,51	2,51	1,29	1,08	0,84	0,85
04/06	2,95	1,57	0,81	1,39	2,06	0,92	1,59	1,85
19/06	0,58	1,53	1,34	1,83	1,22	1,48	2,02	2,44
02/07	0,92	2,87	1,33	1,42	1,77	2,04	1,44	3,66
16/07	1,57	2,67	2,82	0,17	1,74	2,39	1,92	1,64
29/07	0,17	0,25	1,73	1,86	1,44	1,60	1,34	0,76
12/08	2,33	0,67	1,04	0,62	2,80	1,30	0,52	1,70
29/08	0,95	2,36	0,30	0,26	1,31	0,80	1,77	1,55

¹ Médias estão representadas na Figura 11.

Quadro 7. Erro padrão das médias do volume do caldo¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio a agosto.

Partes do Colmo	BASAL		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	0,41	0,97	1,39	0,53	2,06	1,64	0,91	0,72
21/05	0,19	2,21	0,97	0,81	2,53	1,08	1,87	1,95
04/06	1,59	1,91	0,13	1,28	1,84	0,44	3,23	1,72
19/06	3,02	2,60	0,88	2,05	1,83	1,77	4,21	0,68
02/07	1,78	0,62	2,04	1,21	3,82	0,73	5,08	1,24
16/07	2,40	1,19	1,07	1,49	0,63	1,52	4,68	2,05
29/07	1,86	0,43	0,54	0,40	3,77	1,06	5,06	0,94
12/08	1,11	0,53	1,07	0,95	0,70	1,46	1,51	2,75
29/08	2,23	0,19	3,26	0,70	4,66	2,39	4,18	2,63

¹ Médias estão representadas na Figura 12.

Quadro 8. Erro padrão das médias do teor de fibra & cana¹ das diferentes regiões do colmo nas variedades IAC 52-150 e SP 70-1143 durante o período de maio à agosto.

Epocas de Análise	Partes do Colmo		MÉDIA INFERIOR		MÉDIA SUPERIOR		APICAL	
	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP	IAC	SP
07/05	0,83	0,27	0,13	0,09	0,15	0,17	0,22	0,18
21/05	0,13	0,55	0,09	0,19	0,26	0,10	0,23	0,35
04/06	0,57	0,22	0,30	0,18	0,45	0,19	0,64	0,19
19/06	0,21	0,72	0,12	0,29	0,44	0,15	0,61	0,27
02/07	0,25	0,40	0,07	0,12	0,15	0,12	0,92	0,07
16/07	0,03	0,22	0,23	0,20	0,52	0,07	0,22	0,19
29/07	0,19	0,23	0,35	0,10	0,15	0,15	0,74	0,15
12/08	0,47	0,03	0,25	0,20	0,26	0,12	0,23	0,09
29/08	0,24	0,21	0,12	0,03	0,22	0,32	0,41	0,22

¹ Médias estão representadas na Figura 13.