

EFEITOS DE GIBERELINA E ETHEPHON NA ANATOMIA DE PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

MARIA BERNADETE GONÇALVES MARTINS² e PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO³

RESUMO - O presente trabalho teve como finalidade analisar os efeitos da aplicação de giberelina (GA) e do ethephon (CEPA) na anatomia de plantas de cana-de-açúcar. Para o estudo da anatomia de caules e folhas foi realizada pulverização de plantas jovens a partir de sementes. Após 216 dias da semeadura, realizaram-se cortes das folhas +4, da região do nó +10 e dos entrenós +10 e montagem de lâminas permanentes. Observou-se que o tratamento com GA 50 mg L⁻¹ manteve intensa atividade meristemática, havendo contínua formação de feixes vasculares com menor quantidade de fibras de esclerênquima. O GA 50 mg L⁻¹ provocou diminuição em número e tamanho de células buliformes nas folhas +4. Verificou-se que CEPA 1.200 mg L⁻¹, inibiu a atividade meristemática na região do nó +10, reduziu a quantidade de fibras de esclerênquima dos feixes vasculares e aumentou o número de células buliformes.

Termos para indexação: *Saccharum officinarum*, reguladores vegetais, ácido giberélico.

EFFECTS OF GIBBERELLIN AND ETHEPHON ON THE ANATOMY OF SUGAR CANE PLANTS

ABSTRACT - This research was carried out to study the effects of gibberellin (GA 50 mg L⁻¹) and ethephon (CEPA 1,200 mg L⁻¹) on the anatomy of sugar cane. Seed derived seedlings were sprayed with the growth regulators. Various plant parts (+4 leaves, +10 node, and +10 internode) were harvested at 216 days after sowing, sectioned and mounted on permanent slides. GA treated plants displayed intense meristematic activity, with continuous production of vascular bundles with reduced amount of fibers. The same treatment resulted in lower number and size of buliform cells in +4 leaves. CEPA treated plants showed lower meristematic activity of +10 node, reduced amount of fibers in the vascular bundles, and increased the number of buliform cells.

Index terms: *Saccharum officinarum*, plant growth regulators, gibberellic acid.

INTRODUÇÃO

Saccharum officinarum L. é uma das principais plantas cultivadas, encontrando-se entre as de cultivo mais antigo em nosso meio – há mais de quatro séculos o Brasil produz açúcar de cana –, sendo, portanto, desnecessário tecer considerações sobre a importância que o setor canavieiro representa

para o país. Historicamente, as pesquisas agrícolas têm sido voltadas principalmente para a obtenção de maiores incrementos na produção total da cultura, e extração de seus subprodutos a partir do colmo (açúcar, álcool, celulose e o biogás), mediante o aprimoramento das técnicas agronômicas convencionais para se otimizar as produções. Atualmente, vem sendo incentivada a utilização de técnicas mais avançadas, como a aplicação de reguladores vegetais. Os reguladores vegetais agem alterando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo levar a modificações qualitativas e quantitativas na produção. A utilização dos reguladores vegetais poderá ser uma alternativa compensadora aos investimentos e objetivos propostos à cultura da cana, por possibilitarem incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade.

¹ Aceito para publicação em 23 de novembro de 1998.

² Bióloga, Dr^a, Prof^a Assistente, Dep. de Botânica, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Caixa Postal 136, CEP 15054-000 São José do Rio Preto, SP. E-mail: bernadgm@bot.ibilce.unesp.br

³ Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Botânica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: prccastr@carpa.ciagri.usp.br

A utilização de giberelina (ácido giberélico) deve-se ao fato de que ela geralmente produz um estímulo no crescimento do caule, podendo ser aplicada para aumento em produtividade, cujo maior crescimento tem sido observado em gramíneas, hortaliças e ornamentais (Weaver, 1972). A maioria das áreas plantadas com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil está sujeita à ocorrência do florescimento. A intensidade do processo de florescimento e as conseqüências na qualidade da matéria-prima variam com a variedade e com o clima. A redução do volume de caldo é o principal fator no qual o florescimento interfere (Salata & Ferreira, 1977). Em cana-de-açúcar nas condições de cultivo, tem-se utilizado giberelina para incrementar o desenvolvimento durante condições inverniais.

O ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico) é usado para se obter precocidade na maturação. Sua utilização se justifica pelo fato deste produto químico também evitar o florescimento em cana-de-açúcar e aumentar o perfilhamento. Shetiya & Dendsay (1991) estudaram o efeito do ethephon aplicado quatro semanas após a emergência nas cultivares Co 1148, CoH 12 e CoJ 64 e verificaram que o produto aumentou o perfilhamento em todas as cultivares. A habilidade em prevenir o florescimento é extremamente importante em culturas agrícolas, principalmente quando o florescimento causa um decréscimo do benefício econômico e conseqüentemente queda do teor de sacarose. Comercialmente é viável a utilização de processos para evitar o florescimento, como no caso da cana-de-açúcar (Nickell, 1982).

O objetivo do trabalho foi analisar os efeitos da aplicação de giberelina e do ethephon, por pulverização, na anatomia da folha e do caule de plantas jovens de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP, no período de novembro de 1996 a fevereiro de 1997, sendo utilizada a cultivar de cana-de-açúcar NA 56-79. Para o estudo de anatomia, estabeleceram-se três tratamentos, cada um com quatro repetições (testemunha, giberelina (GA₃) 50 mg L⁻¹ e ethephon (CEPA) 1.200 mg L⁻¹).

O experimento foi inicialmente conduzido em casa de vegetação, sendo a semeadura realizada em caixas de

madeira até a obtenção de mudas, as quais foram transferidas posteriormente para vasos e mantidas em ambiente natural. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, efetuando-se diariamente rotação entre as plantas. As temperaturas variaram de 17,1-30,7°C e a luminosidade de 496-525 cal cm⁻² dia⁻¹. Os vasos, com capacidade dos vasos de 10 L, constaram de uma mistura de areia:terra argilosa:matéria orgânica (1:2:1), e foram irrigados diariamente para manutenção de uma faixa de umidade próxima à capacidade de campo.

Obtidas as mudas, estas receberam duas pulverizações foliares com intervalo de 15 dias entre as aplicações de GA 50 mg L⁻¹ e CEPA 1.200 mg L⁻¹. Após 216 dias da semeadura, foram coletadas folhas +4, na região do anel de crescimento acima do entrenó +10 e dos entrenós +10. Realizaram-se cortes transversais das lâminas foliares +4 nas regiões apical, mediana e basal e cortes parâdêrmicos da região mediana para observação da epiderme adaxial e abaxial da folha. No caule, realizaram-se cortes transversais da região mediana do entrenó e nós +10 e também cortes transversais na região do anel de crescimento acima do entrenó +10.

Os cortes foram efetuados a partir do material a fresco, à mão livre, com lâmina de aço, nas diversas regiões, sendo posteriormente clarificados em solução de hipoclorito de sódio 20%, lavados em água, corados pelo método de contraste específico (Hemalumen Mayer-Safranina), segundo Sass (1958), desidratados na série etanol-xilol e montados em lâminas permanentes com balsamo-do-canadá. Posteriormente, os cortes foram selecionados e fotografados em fotomicroscópio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos do GA e do CEPA na anatomia do entrenó

Na Fig. 1, verificou-se que os feixes vasculares da região mediana do entrenó +10 das plantas tratadas com GA 50 mg L⁻¹ e CEPA 1.200 mg L⁻¹, apresentaram redução no número de fibras de esclerênquima, quando comparados à testemunha, respectivamente (Fig. 1). É comum no tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹ a ocorrência de feixes vasculares contíguos.

Efeitos do GA e do CEPA na anatomia do nó

Por meio do corte transversal da região do anel de crescimento acima do entrenó +10, observou-se o córtex mais desenvolvido na testemunha, tanto em

volume celular e proporção de camadas de células parenquimatosas (Fig. 2). O tratamento com GA 50 mg L⁻¹ apresentou semelhante proporção de camadas de células parenquimatosas com relação à testemunha, porém, com menor volume celular; o tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹ apresentou me-

nor proporção de camadas de células parenquimatosas, com maior volume celular. A região meristemática da testemunha se apresenta em atividade, produzindo novos feixes. Para o tratamento com GA 50 mg L⁻¹, os feixes vasculares continuaram em formação na região meristemática e os de-

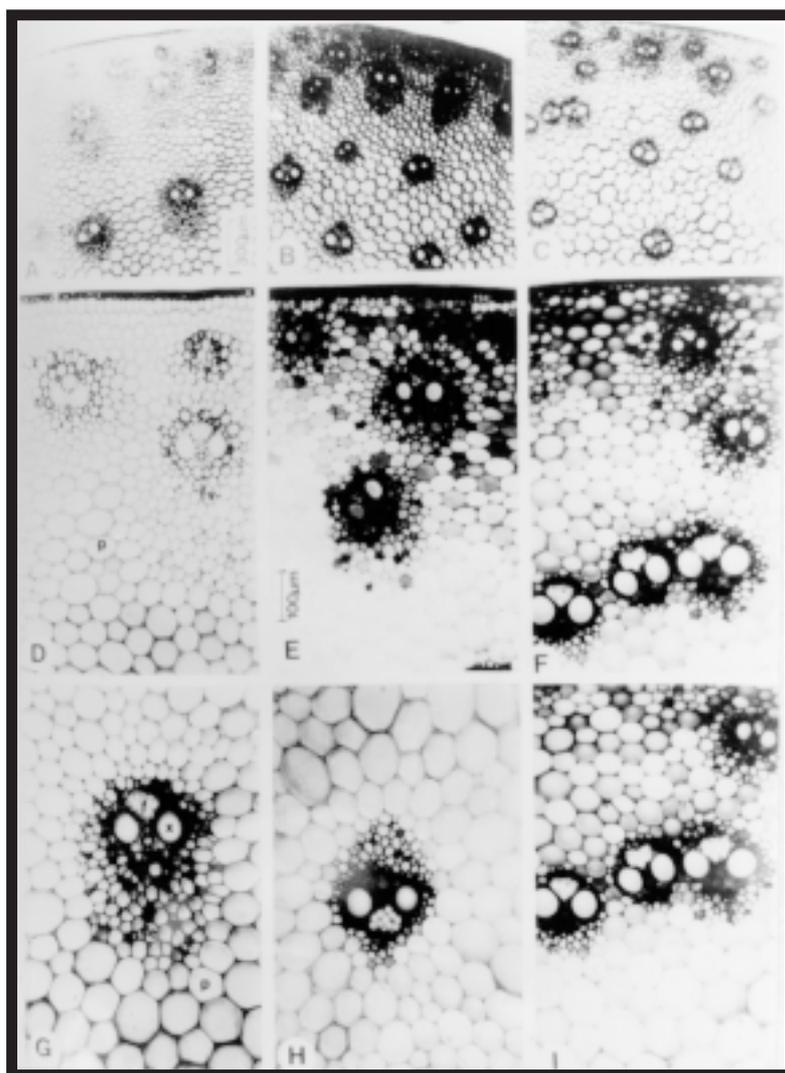


FIG. 1. Corte transversal da região mediana do entrenó +10 (G e I: feixes vasculares da terceira camada; A, D e G: testemunha; B, E e H: GA 50 mg L⁻¹; C, F e I: CEPA 1.200 mg L⁻¹; f: floema; fe: fibras de esclerênquima; fv: feixe vascular; p: parênquima; x: xilema).

mais feixes com tecidos adultos apresentaram menor quantidade de fibras e parênquima mais desenvolvido quando comparados à testemunha. Esses resultados estão de acordo com Sachs et al. (1959), que verificaram após a aplicação de GA na planta bianual *Hyoscyamus* e em plantas de dias longos de *Samolus*, um considerável aumento na atividade mitótica, observado na medula, córtex e no tecido vascular abaixo do meristema apical. Sendo também observado por Mauseth (1976) que o ácido giberélico causou atividade mitótica no meristema da gema axilar de *Opuntia polyacantha*, porém, o meristema não aumentou de dimensão. Nesse mesmo aspecto, Liu & Loy (1976) também observaram proliferação celular no meristema caulinar subapical de plântulas anãs de melancia tratadas com giberelina. Tanto na região do anel de crescimento acima do entrenó +10, como

na região do entrenó +10, o tratamento com giberelina provocou diferenciação precoce dos elementos condutores (xilema e floema) e dos demais tecidos. Esta pode ter sido a causa da formação de menor quantidade de fibras ao redor dos feixes vasculares.

No presente trabalho, no tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹, observou-se uma redução na atividade meristemática e o desenvolvimento mais acelerado dos feixes vasculares, com menor quantidade de fibras formadas nesses feixes.

Observou-se que a atividade meristemática intercalar da região do anel de crescimento acima do entrenó +10 foi inibida pela aplicação de CEPA, ocorrendo maturação dos feixes vasculares, redução da quantidade de fibras em relação à testemunha. A ocorrência de feixes vasculares contíguos pode ser devida a uma inibição da divisão celular de células

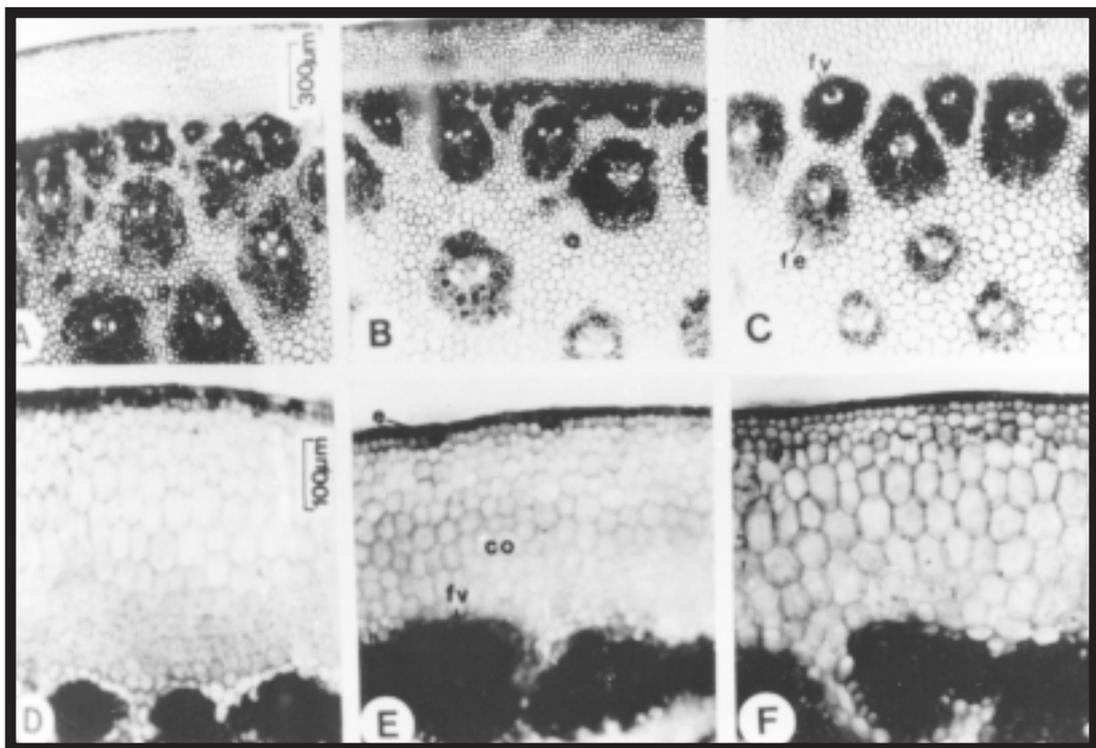


FIG. 2. Corte transversal da região do nó +10 (A e C: aspecto geral do nó até a terceira camada de feixes vasculares; D e F: detalhe da região cortical; e: epiderme; co: córtex; fe: fibras de esclerênquima; fv: feixe vascular; A e D: testemunha; B e E: GA 50 mg L⁻¹; C e F: CEPA 1.200 mg L⁻¹).

de parênquima que separam os feixes. Tais resultados se assemelham aos obtidos por Apelbaum & Burg (1972), os quais observaram que ethephon inibiu o crescimento da região apical de plântulas estioladas de ervilha por meio da suspensão de quase toda a divisão celular.

Apesar de ser intensa a atividade meristemática nas plantas pulverizadas com GA, este regulador deve ter provocado uma alteração tanto no xilema como no floema, tornando-os reduzidos quando comparados com a testemunha. Badr et al. (1970) também verificaram que a aplicação de GA (100, 250 e 500 mg L⁻¹) promoveu a diferenciação do xilema em zonas recém-desenvolvidas de oliveiras, porém, segundo Hejnowicz & Tomaszewski (1969), há necessidade de GA e auxina em certo balanço para se obter máxima diferenciação do xilema em *Pinus silvestris*. Possivelmente esse efeito na diferenciação vascular está relacionado com os teores endógenos de giberelinas ativas e com a disponibilidade de receptores do hormônio vegetal.

A estrutura dos feixes vasculares da terceira camada, em corte transversal da região do anel de crescimento acima do entrenó +10 (Fig. 3), evidenciou uma diminuição de fibras e aumento de volume das células arenquimáticas nos tratamentos com GA 50 mg L⁻¹ e CEPA 1.200 mg L⁻¹, em relação a testemunha. Observou-se no tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹, a formação de feixes contíguos ao lado de feixes isolados.

Efeitos do GA e do CEPA na anatomia da folha

O corte paradérmico do terço mediano da folha +4, tratada com

CEPA 1.200 mg L⁻¹, evidenciou na epiderme da face adaxial a presença de tricomas em maior número ao longo das nervuras nas proximidades das células buliformes (Fig. 4). Tanto na testemunha como no tratamento com GA 50 mg L⁻¹, os tricomas não são tão evidentes, o mesmo ocorrendo na face abaxial. Shetiya & Dendsay (1991) verificaram em cana-de-açúcar que o ethephon aplicado quatro semanas após

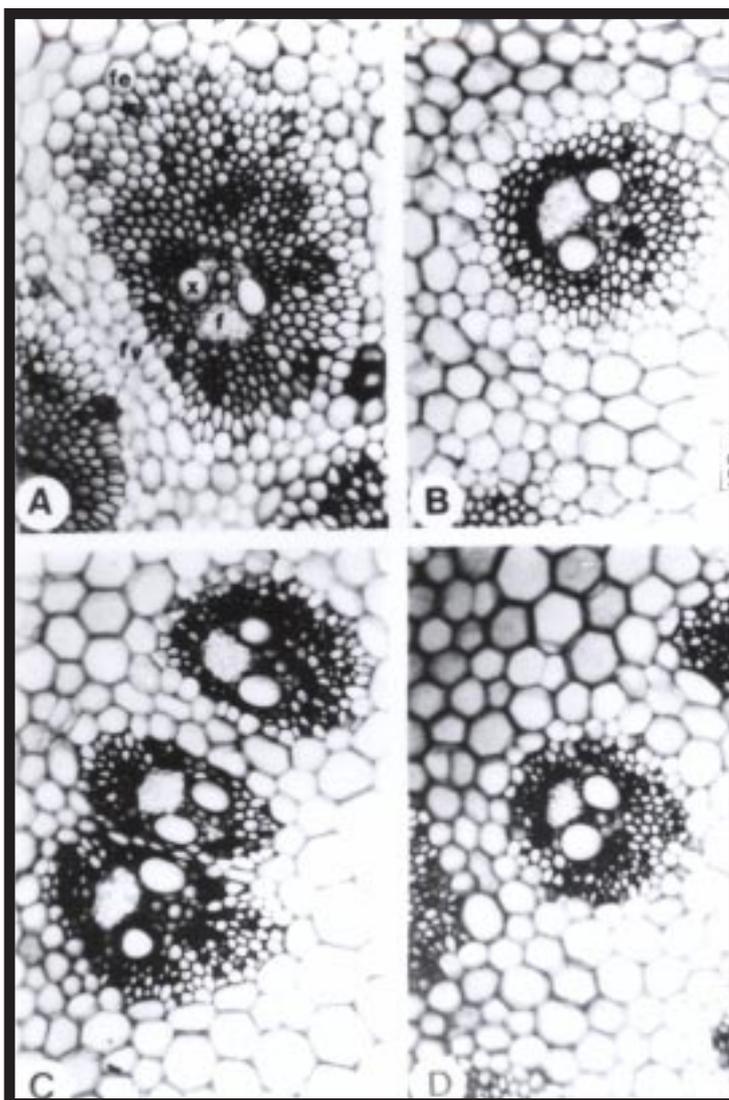


FIG. 3. Corte transversal da região do nó +10 (A: testemunha; B: GA 50 mg L⁻¹; C e D: CEPA 1.200 mg L⁻¹; f: floema; fe: fibras de esclerênquima; fv: terceira camada de feixes vasculares; p: parênquima; x: xilema).

a emergência aumentou o número de folhas/caule primário nas cultivares Co 1148, CoH 12 e CoJ 64.

Por meio dos cortes transversais do terço mediano da lâmina foliar +4, observaram-se células buliformes mais desenvolvidas na testemunha (Fig. 5) e no tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹, quando comparadas com o tratamento com GA 50 mg L⁻¹. Os feixes vasculares localizados próxi-

mos à nervura principal, tanto da testemunha como do tratamento com GA 50 mg L⁻¹, apresentaram fibras esclerenquimáticas que se estenderam até a epiderme. No tratamento com CEPA 1.200 mg L⁻¹, as fibras esclerenquimáticas ficaram limitadas ao redor do feixe vascular. Os feixes vasculares com maior quantidade de fibras esclerenquimáticas foram observadas na testemunha.

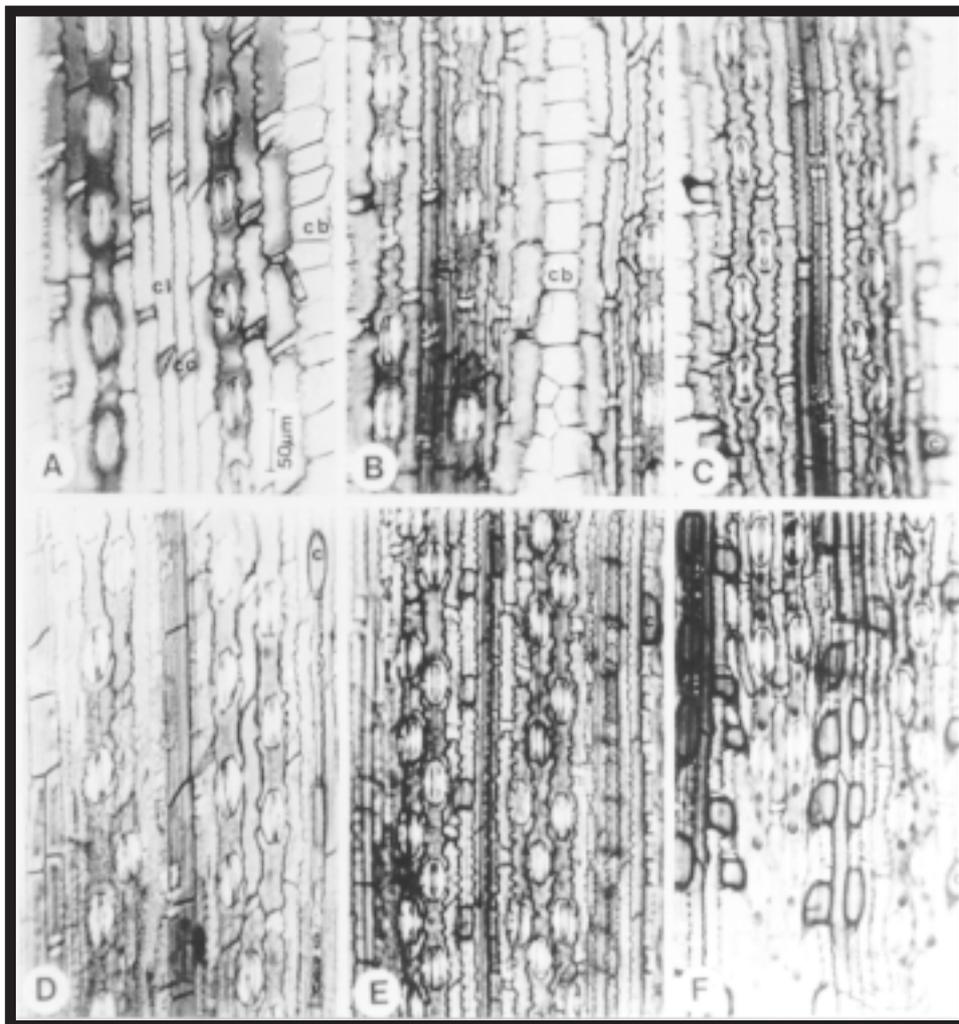


FIG. 4. Cortes paradérmicos do terço mediano da lâmina foliar +4 (A e C: epiderme adaxial; D e F: epiderme abaxial; A e D: testemunha; B e E: GA 50 mg L⁻¹; C e F: CEPA 1.200 mg L⁻¹; c: tricoma; cb: célula buliforme; cc: célula curta; cl: célula longa; e: estômato).

As células buliformes de folhas tratadas com CEPA 1.200 mg L^{-1} apresentam-se com maior número e dimensão na região da nervura principal do terço mediano da folha +4 (Fig. 6), quando comparadas com a testemunha e com o tratamento GA 50 mg L^{-1} , respectivamente (Fig. 6).

Os resultados deste trabalho demonstram que esses reguladores vegetais utilizados na cultura da cana-de-açúcar afetam caracteres anatômicos da planta jovem. Demonstrou-se que a giberelina, aplicada para aumentar o desenvolvimento e a produtivi-

dade sob condições inverniais promove atividade meristemática nos feixes vasculares, diminui a quantidade de fibras e provoca a diferenciação dos elementos condutores. Verificou-se ainda que o ethephon aplicado para inibir o florescimento e antecipar a maturação da cana-de-açúcar restringe a atividade do meristema intercalar (provocando a formação de um entrenó mais curto, denominado “carrétel”, no momento de sua aplicação) e aumenta a frequência de pêlos ao longo das nervuras, uma característica da senescência induzida.

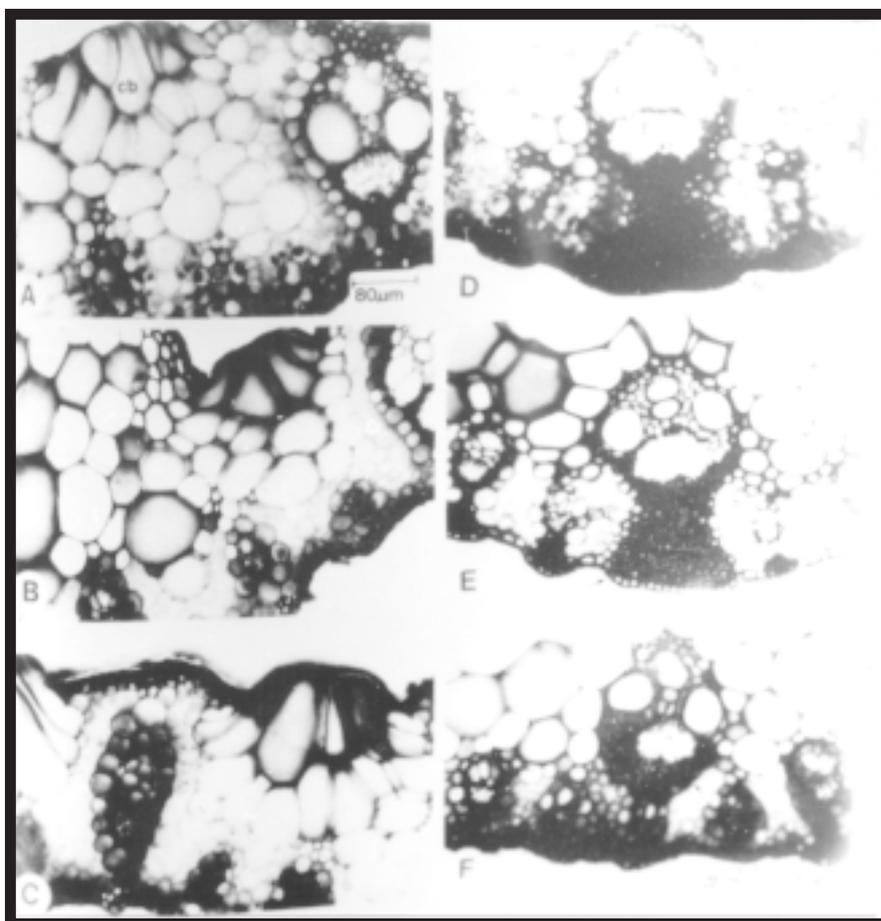


FIG. 5. Corte transversal da lâmina foliar +4 próximo à nervura principal (A-C: detalhe da região de células buliformes (cb); D-F: detalhe do feixe vascular próximo à nervura; A e D: testemunha; B e E: GA 50 mg L^{-1} ; C e F: CEPA 1.200 mg L^{-1} ; f: floema; fe: fibra de esclerênquima; x: xilema; as setas indicam a região de fibras de esclerênquima).

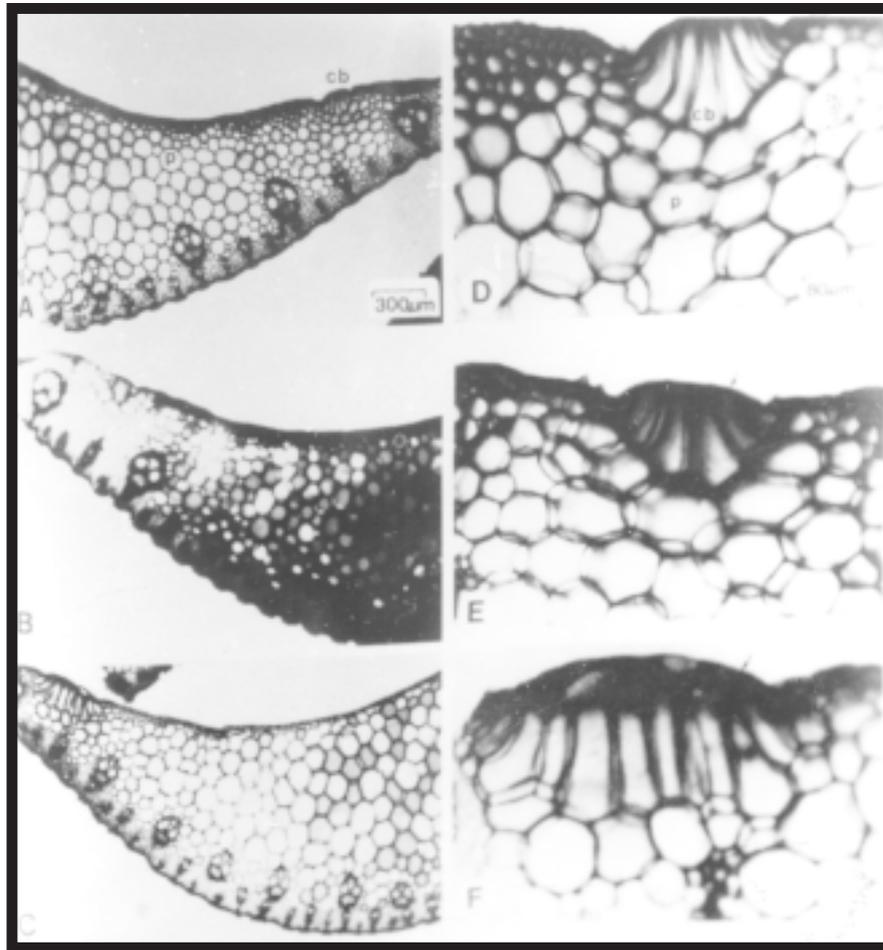


FIG. 6. Corte transversal da nervura principal da lâmina foliar +4 (A-C: extremidades da nervura principal; D-F: detalhe de células buliformes; A e D: testemunha; B e E: GA 50 mg L⁻¹; C e F: CEPA 1.200 mg L⁻¹; cb: célula buliforme; p: parênquima; as setas indicam células buliformes).

CONCLUSÕES

1. Giberelina 50 mg L⁻¹ provoca aumento da atividade meristemática nos feixes vasculares; ethephon 1.200 mg L⁻¹ reduz a atividade do meristema intercalar.
2. Giberelina e ethephon reduzem a quantidade de fibras na cana-de-açúcar.
3. Giberelina promove diferenciação precoce dos elementos condutores; ethephon aumenta a frequência de tricomas ao longo da nervura.

REFERÊNCIAS

- APELBAUM, A.; BURG, S.P. Effect of ethylene on cell division and deoxyribonucleic acid synthesis in *Pisum sativum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v.50, p.117-124, 1972.
- BADR, S.A.; BRADLEY, M.V.; HARTMANN, H.T. Effects of gibberellic acid and indoleacetic acid on shoot growth and xylem differentiation and development in the olive, *Olea europaea* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Joseph, v.95, n.4, p.431-434, 1970.

- HEJNOWICZ, A.; TOMASZEWSKI, M. Growth regulators and wood formation in *Pinus silvestris*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.22, p.984-992, 1969.
- LIU, P.B.; LOY, J.B. Action of gibberellic acid on cell proliferation in the sub apical shoot meristem of watermelon seedlings. **American Journal of Botany**, New York, v.63, n.5, p.700-704, 1976.
- MAUSETH, J.D. Cytokinin-and gibberellic acid-induced effects on the structure and metabolism of shoot apical meristems in *Opuntia polycantha* (Cactaceae). **American Journal of Botany**, New York, v.63, n.10, p.1295-1301, 1976.
- NICKELL, L.G. Plant growth regulators in the sugarcane industry. In: McLAREN, J.S. (Ed.). **Chemical manipulation of crop growth and development**. London: Butterworth Scient, 1982. p.167-189.
- SACHS, R.M.; BRETZ, C.F.; LANG, A. Shoot histogenesis: the early effects of gibberellin upon stem elongation in two rosette plants. **American Journal of Botany**, New York, v.46, n.5, p.376-384, 1959.
- SALATA, J.C.; FERREIRA, L.J. Estudo da interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.88, n.6, p.19-24, 1977.
- SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. 3.ed. Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1958. 228p.
- SHETIYA, H.L.; DENDSAY, J.P.S. Morphophysiological and quality traits in sugarcane in response to post emergence treatment with 2-chloroethyl-phosphonic acid. **Indian Sugar**, v. 41, n.1, p.37-40, 1991.
- WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. 594p.