

DALILA FIGUEIREDO SCHECHTMANN

O CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO DE GEMAS LATERAIS

EM *Linum usitatissimum* L.

CAMPINAS

1988

Sch21c

9234/BC

U N I C A M P  
BIBLIOTECA CENTRAL

DALILA FIGUEIREDO SCHECHTMANN

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida pela Candidata Sra. Dalila Figueiredo Schechtmann e aprovada pela Comissão Julgadora.

Rosely Rocha Sharif.  
1/3/1988

O CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO DE GEMAS LATERAIS

EM *Linum usitatissimum* L.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas, na área de Biologia Vegetal.

ORIENTADORA: Profa. Dra. ROSELY ROCHA SHARIF

a. fibra normal  
que inclui semelha  
X

CAMPINAS

1988

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Rosely K. Sharif pela orientação, apoio e amizade dedicados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Gil M. Felipe, Ivany F.M. Válio e Maria de Fátima D.A. Pereira pela revisão cuidadosa e sugestões dadas.

Ao Prof. Ademir Pentenate, do Instituto de Matemática, Estatística e Estudos da Computação, pela orientação na análise estatística dos resultados.

À Comissão de Pós-graduação do Instituto de Biologia e à Sub-comissão de Pós-graduação de Biologia Vegetal, pelo apoio oferecido durante este trabalho.

À Profa. Dra. Luiza K. Gouvea, coordenadora da SCPG-BV, pela atenção dedicada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal, pelo auxílio durante os experimentos práticos.

A todos os amigos que, de alguma maneira, estiveram presentes durante todo este tempo. Um agradecimento especial ao Felício e à Luiza pela grande ajuda na digitação e impressão deste trabalho.

## INDICE

	Página
I. INTRODUÇÃO .....	1.
1. Alguns aspectos da dominância apical .....	1.
2. <i>Linum usitatissimum</i> : características da planta e crescimento de gemas axilares .....	12.
II. MATERIAL E MÉTODOS .....	18.
1. Material biológico .....	18.
2. Cultivo das plantas .....	20.
3. Tratamentos envolvendo a remoção de órgãos .....	20.
3.1. Remoção do ápice principal .....	20.
3.2. Remoção do eixo principal .....	21.
3.3. Remoção de gemas e ramos axilares basais .....	21.
4. Tratamentos com reguladores de crescimento .....	21.
4.1. Aplicação de auxina .....	22.
4.2. Aplicação do ácido 2,3,5-triodobenzóico .....	22.
4.3. Aplicação de citocinina .....	23.
5. Medidas de crescimento .....	23.
5.1. Altura do eixo principal .....	23.
5.2. Comprimento dos ramos axilares .....	23.
5.3. Número de gemas e/ou ramos axilares .....	24.
5.4. Número de gemas hipocotiledonares .....	24.

6. Tamanho das amostras e análise dos resultados .....	24.
III. RESULTADOS .....	26.
1. Estudo de efeitos correlativos através da remoção de órgãos .....	26.
1.1. Influência dos ramos axilares basais sobre o crescimento do eixo principal .....	26.
1.2. Influência do ápice principal sobre as gemas e ramos axilares basais .....	29.
a. Iniciação de gemas .....	29.
b. Crescimento de ramos .....	30.
1.3. Influência do ápice principal e de ramos axila- res basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (in- clusive folha 12) .....	33.
1.4. Influência do ápice principal e de ramos axila- res basais sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. ....	37.
a. Iniciação de gemas .....	37.
-Efeito do ápice principal .....	37.
-Efeito dos ramos axilares basais .....	40.
b. Crescimento de ramos .....	44.
-Efeito dos ramos axilares basais .....	44.
1.5. Influência do ápice principal e dos ramos axila- res basais sobre a iniciação de gemas no hipocó- tilo .....	47.

2. Influência do ácido indolil-3-acético (AIA) .....	49.
2.1. Aplicação em substituição ao ápice principal ...	49.
2.1.1. Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais .....	49.
a. Iniciação de gemas .....	49.
b. Crescimento de ramos .....	50.
2.1.2. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12) .....	52.
2.2. Aplicação em substituição às gemas axilares basais .....	54.
2.2.1. Influência sobre o crescimento do eixo principal .....	54.
2.2.2. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12) .....	56.
2.2.3. Influência sobre as gemas axilares localizadas acima da folha 12 .....	58.
a. Iniciação de gemas .....	58.
b. Crescimento de gemas .....	58.
2.3. Aplicação em plantas intactas .....	60.
2.3.1. Influência sobre as gemas axilares superiores .....	60.
a. Iniciação de gemas .....	60.
b. Crescimento de ramos .....	60.

3. Influência do ácido 2,3,5-triiodobenzóico (TIBA) sobre as gemas axilares superiores .....	62.
3.1. Aplicação no eixo principal de plantas intactas.	62.
3.1.1. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12) .....	63.
3.1.2. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 ....	66.
a. Iniciação de gemas .....	66.
b. Crescimento de ramos .....	66.
3.2. Aplicação no eixo principal de plantas nas quais se fez a remoção de gemas axilares basais .....	69.
3.2.1. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12). .....	69.
3.2.2. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 ....	71.
a. Iniciação de gemas .....	71.
b. Crescimento de ramos .....	73.
3.3. Aplicação de TIBA seguida da remoção do ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores .....	73.
4. Influência de benziladenina (BA) .....	74.

4.1.	Aplicação no eixo principal de plantas intactas.	74.
4.1.1.	Influência sobre o crescimento do eixo principal .....	74.
4.1.2.	Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais .....	77.
	a. Iniciação de gemas .....	77.
	b. Crescimento de ramos .....	77.
4.1.3.	Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12) .....	80.
4.1.4.	Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 ....	82.
	a. Iniciação de gemas .....	82.
	b. Crescimento de ramos .....	85.
4.1.5.	Influência sobre a iniciação de gemas hipocotiledonares .....	87.
4.2.	Aplicação de BA nas axilas das folhas 3 a 12 ...	87.
4.2.1.	Influência sobre o crescimento do eixo principal .....	89.
4.2.2.	Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais .....	89.
	a. Iniciação de gemas .....	89.
	b. Crescimento de ramos .....	89.



4.2.3. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12) .....	91.
4.2.4. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 ....	91.
a. Iniciação de gemas .....	91.
b. Crescimento de ramos .....	92.
IV. DISCUSSÃO .....	93.
V. RESUMO .....	112.
VI. LITERATURA CITADA .....	114.

## I. INTRODUÇÃO.

### 1. Alguns aspectos da dominância apical.

O controle do crescimento e da forma de uma parte da planta por outra é chamado de correlação. Assim, as várias partes de uma planta estão interrelacionadas, não somente pelo fato das células adjacentes serem ligadas por conexões intercelulares, mas por processos fisiológicos que correlacionam ou integram centros de crescimento e diferenciação (HILLMAN, 1984).

A capacidade da gema apical de inibir o crescimento e desenvolvimento de gemas axilares é conhecida como dominância apical. Este fenômeno ocorre em todo o reino vegetal, tendo sido observado em briófitas, pteridófitas (VON MALTZAAN, 1959), gimnospermas e angiospermas; entretanto o mecanismo de controle pode não ser o mesmo (HILLMAN, 1984).

A dominância apical é observada não somente na parte aérea da planta, mas também em rizomas, bulbos e tubérculos (MICHENER, 19~~88~~<sup>42</sup>). O ápice da raiz também exerce dominância e sua presença inibe a iniciação de raízes laterais (THIMANN, 1936).

A influência do ápice principal no crescimento de gemas axilares mostra-se com diferentes intensidades em diferentes espécies. Em tomateiros, por exemplo, ocorre o desenvolvimento de ramos axilares, devido a uma fraca dominância apical. Nas plantas que apresentam uma forte dominância apical, geralmente as gemas axilares não se desenvolvem enquanto o ápice principal está crescendo. Porém, se este for removido, as gemas axilares podem se desenvolver.

COUOT-GASTELIER (1978) observou que as gemas axilares de *Vicia faba* foram liberadas da inibição após decapitação e que o primeiro evento após a quebra da inibição ocorreu na base da gema e particularmente ao nível de sua atividade mitótica. A mesma autora (1979) mostrou que, nessa espécie, as primeiras manifestações provocadas pela decapitação estavam localizadas, não nas próprias gemas axilares, mas que a atividade mitótica no câmbio do eixo principal precedia aquela das gemas axilares, indicando que o eixo seria o primeiro receptor do estímulo provocado pela quebra da inibição.

Muitos experimentos têm mostrado que o grau de dominância apical é influenciado por fatores ambientais. Estes incluem a disponibilidade de água, nutrientes e luz.

McINTYRE (1973) observou que em *Phaseolus vulgaris*, o aumento de nitrogênio disponível resultou no crescimento de gemas do nó cotiledonar. O aumento da disponibilidade de fósforo também resultou na liberação de gemas axilares em *Coleus* (THIMANN et al., 1971).

A dominância apical pode ser alterada pela intensidade luminosa. Plantas crescidas sob alta intensidade de luz, mostraram um menor grau de dominância apical (THIMANN et al., 1971; McINTYRE, 1973). A qualidade da luz também afeta a liberação de gemas axilares em plantas intactas de várias espécies. Quando o fotoperíodo foi aumentado com um breve período de luz no comprimento de onda do vermelho-extremo, a inibição correlativa foi aumentada em *Nicotiana* (KASPERBAUER, 1971), *Xanthium* (TUCKER & MANSFIELD, 197~~4~~<sup>2</sup>) e *Lycopersicon* (TUCKER, 1975), mas teve somente um pequeno efeito no crescimento de *Phaseolus* (WHITE & MANSFIELD, 1978).

A primeira evidência da existência de uma substância difusível que inibe o crescimento de gemas veio com o trabalho de SNOW (1925, apud PHILLIPS, 1969) que mostrou que anelando uma região do caule de *Vicia faba*, havia o crescimento de gemas abaixo da região anelada, enquanto que o crescimento de gemas acima desta região continuava inibido. SNOW concluiu que um inibidor correlativo difusível vindo da gema apical não poderia passar pela região anelada.

Com a descoberta da auxina,

maior progresso foi feito para elucidar a natureza da influência inibitória da gema apical sobre as axilares.

THIMANN & SKOOG (1933; 1934), com aplicações de um bloco de agar contendo auxina na superfície cortada do entrenó, após a excisão da gema apical de *Vicia faba*, conseguiram manter a inibição das gemas axilares, como se a gema apical estivesse presente. A auxina exógena então, simulava o efeito da gema apical com respeito a inibição correlativa de gemas axilares, o que sugeriu que este hormônio, vindo do ápice, era responsável pela dominância apical. A partir de então, o envolvimento do ácido indolil-3-acético (AIA) como o principal fator na inibição do crescimento de gemas tem sido constatado em várias espécies de plantas.

WHITE (1976), aplicando pasta de lanolina contendo AIA 0,1% em plantas decapitadas de feijão, observou que o crescimento de gemas axilares foi similar ao de plantas intactas e que a efetividade do AIA na inibição de gemas era maior com o aumento da concentração de AIA entre 0,001% e 1,0%.

Os resultados de THIMANN et al. (1971) mostraram que em *Coleus* as gemas axilares são inibidas pela aplicação de auxina na concentração de 1,0%, dissolvidas em lanolina, em plantas decapitadas; entretanto, os autores observaram que esta inibição foi maior quando AIA era aplicado em solução aquosa na concentração de 100 mg/l ou com a diminuição da intensidade luminosa.

Em feijão, foi mostrado que o ápice principal produz auxina, identificada como ácido indolil-3-acético (WHITE et al., 1975; McDOUGALL & HILLMAN, 1978), que o crescimento de gemas axilares ocorreu após a decapitação do caule e que AIA aplicado em substituição ao ápice inibiu o crescimento de gemas (HALL & HILLMAN, 1975).

A literatura sobre dominância apical mostra evidências para o papel inibidor da auxina no crescimento de gemas axilares, não somente através de sua aplicação exógena, mas também através do tratamento com o ácido 2,3,5-triidobenzáico (TIBA), um inibidor do transporte de auxina. PANIGRAHI & AUDUS (1966) utilizaram um anel de lanolina contendo TIBA na concentração de 1% abaixo do ápice intacto de *Vicia faba* ou em torno do caule decapitado sobre o qual AIA havia sido aplicado e verificaram que as gemas axilares cresceram após o tratamento com TIBA. Resultados semelhantes foram obtidos com a aplicação de TIBA 0,1% em plantas de *Arabidopsis thaliana* (BROWN et al., 1972) e TIBA 2000 ppm em tomateiros (TUCKER, 1978). Pode-se concluir, pelos trabalhos com TIBA, que a auxina apical, ou mais especificamente, seu movimento no caule, é necessário para inibir as gemas axilares.

Várias hipóteses têm sido sugeridas para explicar o mecanismo de ação da auxina apical na inibição de crescimento de gemas axilares.

THIMANN (1937) propôs que a ação da auxina sobre caules, raízes ou gemas é fundamentalmente a mesma: uma estimulação em presença de concentração baixa uma inibição em doses mais elevadas; mas o limiar da inibição é diferente para cada órgão. Então, uma concentração que seria ótima para o crescimento do caule poderia ser supraótima para o crescimento das gemas. As observações e conclusões de THIMANN foram a base para o que veio a se chamar teoria direta da ação da auxina na dominância apical.

A teoria da ação direta implica em que a auxina deva estar perto ou na gema para exercer o seu efeito inibitório. THIMANN & SKOOG (1934) sugeriram que a auxina produzida na gema apical alcançaria a gema axilar inibindo a sua própria produção de auxina. Em *Vicia faba*, os autores sugeriram que uma grande quantidade do hormônio estava presente no caule de plantas intactas; com a decapitação, este nível diminuiria e a gema axilar poderia então sintetizar a substância de crescimento na quantidade ótima para o seu crescimento.

EL-KADY *et al.* (1982), utilizando morfactina (ácido 2-cloro 9-hidroxi-fluoreno-9-carboxílico) e dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-dicloro benzóico), compostos ativos na liberação de gemas, observaram uma redução no conteúdo de AIA em caule de plantas de café, sugerindo que o crescimento de gemas axilares, nesta espécie, estaria relacionado com uma diminuição do nível de AIA no caule.

Em *Vicia faba*, foi observado que a distribuição de  $^3\text{H}$ -auxina, aplicada na gema apical das plantas, não era uniforme ao longo do caule: a região cotiledonar, onde as gemas estavam mais inibidas, continha altas quantidades de auxina marcada, tanto em plantas intactas como nas decapitadas onde a auxina foi aplicada em substituição ao ápice (BOURBOULOUX & BONNEMAIN, 1979; EVERAT-BOURBOULOUX & BONNEMAIN,

1980). Apesar de auxina não penetrar na gema inibida, havia, aparentemente, uma correlação entre a retenção da auxina nos nós e o grau de inibição de gemas axilares (BOUREBOULOUX & BONNEMAIN, 1979).

Por outro lado, HALL & HILLMAN (1975), utilizando  $^3\text{H}$ -AIA, dissolvido em lanolina e aplicado na superfície após decapitação de plantas de feijão, mostraram que pouca radioatividade era translocada através do caule e não foi detectado AIA marcado nas gemas durante o período em que estas estavam inibidas pela presença de AIA em substituição ao ápice. Com estes resultados, os autores sugeriram que AIA exógeno não tem efeito direto na inibição do crescimento de gemas desta espécie.

BROWN *et al.* (1979), trabalhando com plantas jovens de girassol, observaram que o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) marcado, dissolvido em lanolina, quando aplicado em plantas decapitadas, ficou acumulado na região apical, não sendo detectado nas proximidades das gemas axilares inibidas. Entretanto, quando o caule era novamente cortado 3 horas após a aplicação de 2,4-D e toda a substância aí acumulada era removida, a dominância apical foi perdida e ocorreu o crescimento de gemas. Este efeito poderia indicar que o 2,4-D utilizado neste experimento, ou a auxina endógena, exerceram um efeito indireto, agindo na área de aplicação e não diretamente nas gemas axilares. Os autores utilizaram também 2,4-D em solução aquosa e observaram que uma hora após sua aplicação em plantas decapitadas, a substância era distribuída através de toda a planta, mas que após 7 dias de sua aplicação, o 2,4-D estava presente novamente na parte apical, indicando um movimento acrópeto da substância inicialmente absorvida. Quando as plantas foram novamente decapitadas, foi observado que, se esta segunda decapitação era feita após 3 horas da aplicação do 2,4-D, haveria

ainda suficiente 2,4-D no caule para manter a dominância apical e as gemas continuavam inibidas; quando esta decapitação era feita após 7 dias da aplicação, as gemas eram liberadas da inibição.

Uma outra teoria que visa explicar o modo como a auxina apical regula o crescimento de gemas, diz que ela age indiretamente, ou interagindo com algum fator das raízes, ou mobilizando substâncias essenciais para fora da gema axilar, em direção a área de mais alta concentração de auxina - o ápice principal.

Acetato de sódio -  $^{14}\text{C}$  aplicado às folhas cotiledonares de plantas de girassol, foi transportado da folha tratada e acumulado no ápice da planta intacta (MIKITYUK *et al.*, 1982). No caso de planta decapitada, o acúmulo de material marcado é observado no nó cotiledonar. Aplicação de 2,4-D na região de decapitação impede o acúmulo de material radioativo no nó cotiledonar, ocorrendo naquela região a formação de um calo e atração da substância marcada (MIKITYUK *et al.*, 1982).

Em feijão, foi observado que durante as primeiras horas da aplicação de AIA no caule decapitado, ocorreu o transporte de assimilados da folha primária para as gemas axilares que mostravam algum alongamento. Após este tempo, as gemas tornaram-se totalmente inibidas pela presença de AIA e perderam sua capacidade de importar assimilados da folha primária (HALL & HILLMAN, 1975).

Esporófitos decapitados de *Marsilea drummondii* colocados num meio nutritivo com sacarose -  $^{14}\text{C}$  receberam aplicações apicais de 2,4-D ou AIA (CHENOU *et al.*, 1982). Os resultados mostraram que o transporte de moléculas marcadas era orientado principalmente em direção às regiões tratadas pela auxina exógena; entretanto, também foi encontrado  $^{14}\text{C}$  nas gemas axilares. Poder-se-ia supor que, pelo menos neste caso, a auxina endógena da gema apical seria um fator de acúmulo de nu-



trientes neste órgão, mas o transporte que ela induz não seria gerador de carência tráfica ao nível de gemas e não explicaria seu estado inibido (CHENOU *et al.*, 1982).

Outros trabalhos sugerem que a auxina estaria interagindo com substâncias inibidoras do crescimento de gemas. TUCKER (1978), por exemplo, sugere que em tomateiro, o papel da auxina seria induzir ou manter elevado o nível de ácido abscísico (ABA) na região da gema e que este seria o responsável direto pela inibição das gemas axilares. Conclusão semelhante foi sugerida por KNOX & WAREING (1984) para plantas de feijão: os autores observaram uma diminuição no nível de ABA nas gemas axilares e nos tecidos do caule 24 horas após a decapitação e AIA aplicado no caule decapitado aumentou o conteúdo de ABA em relação aos tecidos de plantas intactas.

Alguns pesquisadores sugeriram que a dominância apical ocorre devido à falta de conexão vascular entre a gema axilar e o caule. Em *Vicia faba*, estudos anatômicos indicaram uma estreita correlação entre o crescimento da gema pela perda do controle apical e a quantidade de tecido vascular conectando a gema e o caule (PANIGRAHI & AUDUS, 1966). Entretanto, em ervilha e em cevada, o crescimento da gema era detectado antes de se tornar evidente a ligação vascular com o caule (WARDLAW & MORTIMER, 1970; FLETCHER & DALE, 1974). Por outro lado, em *Glycine* e *Phaseolus*, gemas axilares inibidas já mostraram conexões funcionais com o caule (PETERSON & FLETCHER, 1973; HALL & HILLMAN, 1975). Além disso,  $^{14}\text{C}$  - fotoassimilados fornecidos à folha primária de plantas decapitadas de feijão com ou sem AIA aplicado à superfície cortada foram detectados na gema axilar desta folha uma hora após a decapitação, um período muito curto para a diferenciação do tecido vascular ocorrer (HALL & HILLMAN, 1975).

O envolvimento das citocininas na dominância apical é conhecido desde o trabalho de WICKSON & THIMANN (1958). Os autores revelaram que, em plantas de ervilha, as gemas axilares poderiam ser liberadas da inibição correlativa por tratamento com cinetina. Desde então, vários trabalhos com citocininas têm mostrado o efeito antagônico desse grupo de hormônios em relação ao efeito da auxina.

Nos experimentos de WICKSON & THIMANN (1958), o efeito da cinetina na liberação de gemas axilares era observado por tempo limitado. Entretanto, FILLAY & RAILTON (1983), também trabalhando com plantas de ervilha, observaram que plantas tratadas com benziladenina (BA) ou zeatina, apresentaram caules laterais com alongamento rápido, enquanto cinetina causou somente um crescimento limitado que durou seis dias. NOUGAREDE *et al.* (1981) verificaram que um suprimento contínuo de cinetina era necessário para manter o alongamento da gema cotiledonar de plantas de ervilha. Em cevada, onde o crescimento de gemas de perfilho é dependente do fornecimento de nutrientes, foi observado que sete citocininas diferentes podem substituir a aplicação de nutrientes na liberação de gemas inibidas (SHARIF & DALE, 1980a) e que, embora tratamentos com AIA ou ácido giberélico ( $GA_3$ ) não tenham efeito semelhante, podem aumentar o crescimento de gemas liberadas por tratamento com citocininas ou por fornecimento de nutrientes (SHARIF & DALE, 1980b).

A idéia de que as citocininas produzidas nas raízes se deslocam para outras partes da planta, onde participam do controle do desenvolvimento das plantas, é atualmente bastante aceita (LETHAM & PALNI, 1983). A presença de citocininas em exsudatos de raízes de plantas de arroz foi detectada por MUROPUSHI *et al.* (1982). SOGUR & GAMBURF (1979) verificaram uma diminuição no conteúdo de citocininas

na parte aérea de plântulas de ervilha que tiveram o sistema radicular removido. Baixos níveis de citocininas também foram detectados em folhas de plantas de feijão com remoção de parte do sistema radicular (CARMÍ & VAN STADEN, 1983).

A importância de citocininas produzidas nas raízes para iniciação do crescimento de gemas axilares foi sugerida por WOOLLEY & WAREING (1972). MIGINIAC (1971) sugeriu que o desenvolvimento de gemas axilares de *Scrofularia arguta* era dependente de citocininas vindas do sistema radicular da planta, enquanto SHARIF & DALE (1979) verificaram que a liberação do crescimento de gemas de perfilho de cevada por tratamento do sistema radicular com  $^{14}\text{C}$ -BA era acompanhada de um grande acúmulo de radioatividade nas gemas.

Em plantas decapitadas de ervilha, quando se fez a remoção de um dos cotilédones, foi a gema axilar do cotilédone removido que apresentou maior crescimento se comparada com a gema do cotilédone restante (DOSTAL, 1908 apud PROCHÁZKA & JACOBS, 1984). PROCHÁZKA & JACOBS (1984) aplicaram  $^{14}\text{C}$ -BA às raízes de plantas intactas de ervilha e após decapitação e remoção de um cotilédone, foi observado um acúmulo de  $^{14}\text{C}$  nas gemas situadas ao lado do cotilédone excisado, quase que simultaneamente ao aumento do tamanho das gemas.

Por outro lado, WANG & WAREING (1979) mostraram que em *Solanum andigena*, o caule era capaz de sintetizar citocinina na ausência da raiz. Em seu trabalho, o nível de citocininas no caule não diminuiu com a remoção das raízes e as gemas laterais continuavam a crescer. Portanto, a hipótese de que o crescimento do caule é estritamente dependente da citocinina produzida nas raízes não se aplica a esta espécie.

KHAFAGA (1982) verificou que BA promoveu o crescimento de ramos axilares em alguns cultivares de algodoeiro; por outro lado, dois cultivares tratados com BA não produziram maior número de ramos liberados que os controles. Este efeito talvez tenha ocorrido pelo fato de que nesses cultivares, o tratamento com BA levou a um grande desenvolvimento de ramos no nó mais superior, o que poderia ter inibido a liberação de outros ramos.

VAN STADEN et al. (1981) determinaram os níveis de citocininas em gemas de plantas de rosa não decapitadas e após a decapitação. Observaram que as gemas da parte inferior do caule, que estão sujeitas à inibição correlativa, continham maior nível de citocininas que as superiores, menos inibidas. Com a decapitação, a citocinina endógena diminuiu nas gemas axilares da parte inferior do caule, as quais se tornaram menos inibidas. Os autores sugerem que a diminuição do nível de citocinina poderia indicar que ela estaria sendo utilizada pelas gemas, o que levaria ao seu rápido desenvolvimento. Neste caso, a inibição do crescimento das gemas da parte inferior, em plantas intactas, não se daria por falta de citocinina.

TUCKER & MANSFIELD (1973), trabalhando com *Xanthium strumarium*, também mostraram níveis de citocininas mais altos em gemas inibidas que em gemas liberadas da inibição. Os autores sugerem que a citocinina produzida não era utilizada para o crescimento da gema devido ao alto nível de ABA aí presente, responsável pelo efeito inibidor. Quando a gema era liberada da inibição pela decapitação das plantas, o nível de ABA diminuiu e também foi observada uma queda no nível de citocinina que poderia então estar sendo utilizada para o crescimento da gema.

## 2. *Linum usitatissimum*: características da planta e crescimento de gemas axilares.

As plantas de linho, *Linum usitatissimum* L. (Linaceae), apresentam um porte herbáceo. Possuem o caule delgado e ereto, com folhas simples, sésseis, lineares e lanceoladas, inteiras e sem estípulas, com disposição variável na haste: na base do caule estão geralmente dispostas em pares alternados, enquanto mais acima, estão dispostas em espiral (MEDINA, 1959).

A haste de plantas de linho se ramifica na parte apical para formar as inflorescências, com flores de pétalas geralmente azuis, mas que em algumas variedades se mostram brancas. O fruto é uma pequena cápsula aproximadamente esférica, que mede cerca de 1,0 cm, em cujo interior se encontram 10 sementes ovais, um tanto ponteadas, de superfície brilhante e de cor castanho-clara ou marrom, com tamanho variável, geralmente com 4-5 mm de comprimento, sendo que as variedades de linho para produção de óleo apresentam sementes maiores do que as de linho para produção de fibras (FERREIRA FILHO, 1952).

Pode-se reconhecer dois tipos de linhos cultivados: o primeiro caracterizado por porte alto, caule delgado e pouco ramificado, que se distinguem pela produção de fibras. No linho para fibra, apenas a porção não ramificada do caule tem valor comercial para a produção; a sementeira do linho textil deve ser densa, a fim de se obterem caules finos, longos e pouco ramificados (MEDINA, 1959). O segundo tipo de linho cultivado caracteriza-se por um porte menor, de caules fortes e curtos, ramificados desde a base, com fibras curtas e grossas. Estes linhos são cultivados pela produção do óleo contido nas sementes, o óleo de linhaça.

As condições climáticas são um dos fatores mais importantes no êxito da cultura do linho, influenciando sobre a produção e a qualidade da fibra. O linho textil requer abundante umidade e clima temperado durante o período de crescimento. Sob condições de seca, as plantas se tornam lenhosas e de porte baixo, com produção de fibras ásperas e inferiores. O clima quente promove rápido crescimento das plantas, com prejuízo da qualidade da fibra que se torna fraca (MEDINA, 1959).

Outro fator importante para a cultura de linho relaciona-se ao solo. Os solos fracamente arenosos ou demasiadamente argilosos são desfavoráveis à produção de boa fibra. O solo ideal para o linho deve ser de constituição física média, humoso e profundo (MEDINA, 1959).

O linho também vem sendo utilizado como planta ornamental de jardim, devido à delicadeza da planta e das flores.

DOSTAL (1909, apud DESBIEZ, 1968) observou que quando uma planta jovem de linho foi decapitada e um cotilédone removido, o cotilédone restante exerceu uma atividade estimuladora no crescimento de sua gema axilar. Verificou também que esta influência estimuladora só ocorria na presença de raiz. Em plantas onde a raiz era removida, foi observado o crescimento da gema axilar do cotilédone excisado (DOSTAL, 1960, apud DESBIEZ, 1969).

Em relação ao efeito estimulador do cotilédone, DESBIEZ (1968) observou que as diferentes variedades de linho não se comportavam da mesma maneira, se as plantas fossem ou não desprovidas de raiz. A resposta observada dependia também da idade em que as remoções eram feitas.

Considerando que as raízes e o hipocótilo de certas plantas são locais de síntese de giberelinas, DESBIEZ (1969; 1970) forneceu ácido giberélico em solução aquosa a plantas com ou sem raízes e veri-

ficou que esta substância não atua de modo semelhante às raízes neste processo correlativo.

TAN *et al.* (1979) sugerem que o crescimento da gema axilar estimulado pela presença do cotilédone estaria associado com um aumento da atividade de giberelina no cotilédone. Eles observaram em experimentos onde fizeram remoção de partes do cotilédone, que a gema axilar do cotilédone que foi mantido com a metade apical apresentou maior crescimento em relação aquela do cotilédone mantido só com a metade basal. Os autores relacionaram este resultado com o fato de que a porção apical do cotilédone continha mais giberelina do que a porção basal.

Em relação à reversão do efeito estimulador do cotilédone no crescimento da gema axilar pela remoção do sistema radicular, TAN *et al.* (1979) observaram que benziladenina aplicada ao cotilédone de plantas sem raiz, substituiu este órgão no efeito do crescimento de gemas.

Foi também observado um aumento de citocinina na gema axilar do cotilédone não removido 12 horas após a excisão do outro cotilédone (SEBANEK *et al.*, 1980). Neste período observou-se o início do crescimento da gema axilar. Verificou-se ainda, que citocinina exógena aplicada na gema axilar do cotilédone excisado causava o seu crescimento (SEBANEK, 1977 apud SEBANEK *et al.*, 1980).

GREGORY & VEALE (1957) observaram que sob condições favoráveis de iluminação, o grau de dominância apical em plantas de linho, era dependente do suprimento de nitrogênio. Os autores observaram também que as diferenças na capacidade das gemas axilares de escapar a inibição apical estavam relacionadas com a posição das gemas no caule, ou seja, as gemas do nó cotiledonar tinham o mais alto potencial

de crescimento; ocorria então uma região com baixo potencial seguido por um gradiente crescente de crescimento de gemas axilares.

Foi ainda observado que os ramos axilares da base do caule inibiam o crescimento de gemas dos nós mais altos (GREGORY & VEALE, 1957). McINTYRE (1975) também verificou que a remoção dos ramos axilares do cotilédone induzia a liberação de gemas nos nós mais apicais e que esta resposta também era produzida em plantas intactas crescidas em alto nível de nitrogênio, sugerindo que o crescimento dos ramos axilares mais superiores resultava do aumento do suprimento de nitrogênio disponível pela remoção da influência competitiva das axilares basais.

GREGORY & VEALE (1957) observaram o efeito inibidor da auxina (AIA) no crescimento de gemas axilares, em plantas de linho. Foi observado que AIA, dissolvido em lanolina, aplicado em substituição ao ápice de plantas decapitadas acima da folha 06, inibiu o crescimento de gemas axilares do nó cotiledonar. Os autores verificaram que esta inibição foi maior quando se fez a remoção de folhas cotiledonares: em experimentos com plantas decapitadas acima da folha 06 e com remoção de zero, um, metade de de cada ou dos dois cotilédones, o AIA em substituição ao ápice teve maior efeito inibidor quanto menos tecido cotiledonar estivesse presente.

Foi também observada a interação entre a aplicação de auxina, intensidade luminosa e quantidade de nitrogênio na inibição do crescimento de gemas axilares. GREGORY & VEALE (1957) analisaram este efeito em plantas de linho decapitadas acima da folha 10. Quando o nível de nitrogênio era elevado, a inibição do crescimento das gemas aumentou com baixas intensidades luminosas. A aplicação de AIA aumentou a inibição, independentemente do nível de nitrogênio; entretanto, esta



inibição foi maior com a diminuição da intensidade de luz.

GREGORY & VEALE (1957) sugerem que a auxina, transportada basipetamente do ápice do caule, inibiria o crescimento de gemas axilares impedindo a formação das conexões vasculares destas gemas com o eixo principal.

McINTYRE (1975) sugere que a inibição de gemas mais superiores pela presença das axilares do nó cotiledonar não poderia ser explicada pela ação da auxina. Isto porque, o seu transporte no eixo seria principalmente basipeto e que o efeito das axilares basais no crescimento de axilares superiores foi similarmente controlado por fatores nutricionais; a competição interna por um suprimento de nitrogênio poderia ser o mecanismo envolvido.

Em relação à hipótese de GREGORY & VEALE (1957) de que a auxina impediria a formação de conexões vasculares, McINTYRE & LARMOUR (1974) acreditam que, em plantas de linho, a liberação de gemas da inibição não seria dependente de um aumento anterior no desenvolvimento de conexões do xilema. Eles verificaram que após o crescimento da gema estar bem estabelecido é que se mostrou um aumento no desenvolvimento do xilema, e mesmo neste estágio, a maioria das gemas observadas tinha ainda falta de uma completa conexão do xilema com o caule principal.

MARCHUK & RAJU (1978) observando o crescimento dos ramos axilares cotiledonares de plantas de linho, distinguiram duas fases de crescimento: uma fase inicial, onde o crescimento era independente de sua conexão vascular com o caule e uma segunda fase, de crescimento acelerado, alcançada depois da formação de feixes vasculares secundários, os quais estabelecem conexões com o caule e que foi causada pela decapitação.

Este trabalho tem por objetivo estudar o envolvimento de auxina e citocinina no processo de dominância apical em linho e tentar explicar as variações nos níveis de inibição dos diferentes grupos de gemas axilares nesta espécie, assim como a iniciação de gemas adventícias no hipocótilo, através de experimentos envolvendo a remoção de órgãos e tratamentos com AIA, TIBA e BA.

## II. MATERIAL E MÉTODOS.

### 1. Material biológico.

A espécie utilizada neste estudo foi *Linum usitatissimum* L., conhecida popularmente como linho. As sementes utilizadas foram provenientes de plantas cultivadas no Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), coletadas em 1982 e 1986, e estocadas em frascos de vidro à temperatura ambiente.

Nas condições de casa de vegetação no Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP, onde foram realizados os experimentos, as plantas atingem aproximadamente 70 cm de altura. O aspecto geral da planta, assim como a denominação de suas partes, estão mostradas na FIGURA 1. As duas folhas mais basais destas plantas de linho são opostas e se inserem, no eixo principal, na mesma altura dos cotilédones; seguem-se pares de folhas alternados, e as folhas mais apicais têm disposição em espiral. Todas as folhas do eixo principal foram numeradas, neste trabalho, individualmente, da base para o ápice. Ramos axilares ~~se~~ desenvolvem <sup>use</sup> na região basal: na axila das folhas cotiledonares e das duas primeiras folhas basais (folhas 1 e 2). Nesses ramos podem aparecer gemas axilares que crescem mais lentamente. Essas quatro gemas axilares (ou ramos axilares) da região basal e ainda suas gemas (ou ramos) axilares foram chamados de gemas axilares basais (ou ramos axilares basais). Na parte do eixo principal logo acima desta região basal, da folha 3 até a folha 12, as plantas normalmente não desenvolvem ramos axilares. Mais acima, depois da folha 12, ocorre a

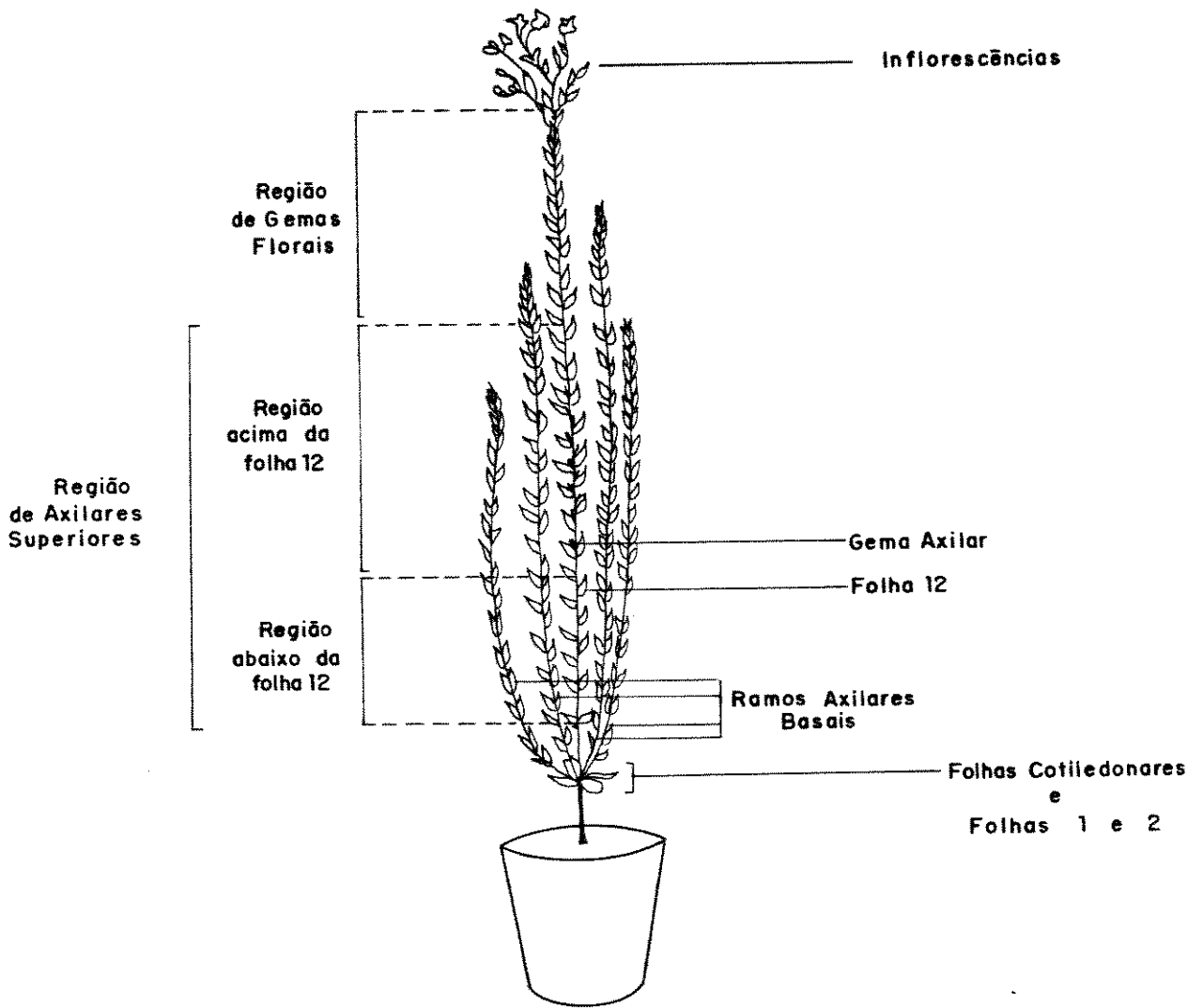


FIGURA 1- ESQUEMA DE UMA PLANTA DE LINHO

liberação de gemas axilares, porém, estas apresentam pouco crescimento. Neste trabalho, as gemas que se desenvolveram acima da folha 3 foram chamadas de axilares superiores.

Na região do hipocótilo, pode ocorrer a iniciação de gemas adventícias que foram denominadas gemas hipocotiledonares.

A planta ramifica-se na parte apical, para formar as inflorescências, com flores de pétalas azuis.

## 2. Cultivo das plantas.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos de aproximadamente 1,0 litro de capacidade, contendo solo adubado com esterco.

Foram colocadas 03 sementes por vaso, e após a germinação, expansão dos cotilédones e quando as plantas tivessem o número de folhas desejado para cada experimento, foi feita uma seleção mantendo-se 01 planta por vaso.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação revestida de tela e coberta com vidro ou plástico transparente. As regas foram feitas diariamente com água de torneira.

## 3. Tratamentos envolvendo a remoção de órgãos.

### 3.1. Remoção do ápice principal.

A parte apical das plantas foi removida com auxílio de um bisturi. O número de folhas deixado nas plantas abaixo da região de remoção das partes mais apicais variou para diferentes experimentos e

são citados no item RESULTADOS. Foi mantido o mesmo número de folhas em cada planta dos tratamentos. Normalmente, quando essa remoção foi feita, as gemas axilares basais já podiam ser vistas a olho nu.

### 3.2. Remoção do eixo principal.

A remoção do eixo principal foi feita com auxílio de um bisturi. O estágio de desenvolvimento da planta quando da remoção e o local de corte, que variou para diferentes tratamentos, estão citados no item RESULTADOS.

### 3.3. Remoção de gemas e ramos axilares basais.

A remoção de gemas foi feita com bisturi, logo que as gemas axilares basais tornavam-se visíveis a olho nu, e sempre o mais próximo possível do eixo principal. Porém, quando a remoção não era total e o crescimento de gemas ocorria novamente na região, foram feitas novas remoções, imediatamente após a sua visualização.

Nos experimentos em que foram feitas substituições dos ramos axilares basais por auxina, a remoção destes não era total e sim feita logo após certo crescimento do ramo basal, deixando-se uma parte do 1º entrenó.

## 4. Tratamentos com reguladores de crescimento.

#### 4.1. Aplicação de auxina.

A auxina utilizada foi o ácido indolil-3-acético (AIA), na concentração de 1,00 %, dissolvido em pasta de lanolina.

Quando AIA foi usado para substituir órgãos removidos, a aplicação de cerca de 10  $\mu$ l de pasta foi feita semanalmente, diretamente sobre a região cortada. No local de aplicação de auxina, desenvolve-se geralmente um tecido de cicatrização; esse tecido foi sempre removido com o auxílio de um bisturi, antes de nova aplicação de auxina.

Em outros experimentos, a aplicação foi feita colocando-se um anel com pasta de lanolina com AIA em torno do eixo principal. Este procedimento foi seguido semanalmente, aplicando-se a auxina sempre no entrenó mais próximo ao ápice principal, que já estivesse distendido.

Nas plantas usadas como controle, foram feitas aplicações de pasta de lanolina pura.

#### 4.2. Aplicação do ácido 2,3,5-triidobenzóico

Para os experimentos de inibição do transporte de auxina, utilizou-se o ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA), dissolvido em lanolina. As concentrações testadas foram 0,50 % e 0,25 %. A aplicação foi feita no primeiro entrenó acima da folha 12, colocando-se um anel de lanolina com TIBA em torno do eixo principal e foi feita somente uma vez durante todo o experimento. Nas plantas controle, foi aplicado um anel de pasta de lanolina pura.

#### 4.3. Aplicações de citocinina

A citocinina utilizada foi benziladenina (BA), nas concentrações de 0,1 mM, 1,0 mM e 10 mM em solução aquosa. As aplicações no eixo principal foram feitas duas vezes por semana, pincelando-se a solução em duas regiões diferentes: abaixo ou acima dos cotilédones. Foi utilizado 0,1 ml de Tween 20 a 10 % para cada 10 ml de solução, para uma melhor penetração da substância no tecido. Nas plantas controle de alguns experimentos aplicou-se água destilada com Tween 20.

A aplicação de BA 1,0 mM localmente em cada axila das folhas 3 a 12 foi feita com auxílio de uma micropipeta, depositando-se 10 µl da solução em cada axila duas vezes por semana.

### 5. Medidas de crescimento

#### 5.1. Altura do eixo principal

As medidas de altura do eixo principal foram feitas, utilizando-se régua milimetrada, desde a base do hipocótilo até a parte mais apical, onde as folhas não estivessem ainda distendidas. Os dados foram coletados semanalmente ou apenas no final dos experimentos.

#### 5.2. Comprimento dos ramos axilares

As medidas de comprimento dos ramos axilares foram feitas desde sua inserção no eixo principal até a parte apical onde as folhas não estivessem ainda distendidas. Foi utilizada uma régua milimetrada e o comprimento foi medido em centímetros. Os ramos axilares basais foram medidos semanalmente ou apenas no último dia de experimento, en-



quanto os ramos axilares superiores, quando maiores que 0,1 cm, foram medidos no último dia do experimento.

### 5.3. Número de gemas e/ou ramos axilares.

A contagem dos ramos axilares basais foi feita no final dos experimentos. O número de gemas ou ramos axilares superiores era contado semanalmente, nas regiões abaixo e acima da folha 12, a partir de sua visualização.

### 5.4. Número de gemas hipocotiledonares

Quando houve o aparecimento de gemas no hipocótilo, o número dessas gemas foi contado no último dia dos experimentos.

## 6. Tamanho das amostras e análise dos resultados

O número de repetições em cada tratamento variou entre 8 e 14 plantas para diferentes experimentos.

Os resultados de altura do eixo principal estão apresentados pela média por planta. No caso dos ramos axilares basais foi feito um somatório do comprimento dos quatro ramos de cada planta e os resultados estão apresentados pela média, por planta, da altura total desses ramos em cada tratamento. O mesmo procedimento foi adotado para o comprimento dos ramos axilares superiores localizados acima da folha 12.

O número de axilares basais está apresentado em número médio por planta.

Em relação ao número de gemas ou ramos axilares superiores, os resultados são apresentados também em porcentagem de plantas com gemas ou ramos axilares, e um número médio por planta. O aparecimento de gemas hipocotiledonares também está representado através da porcentagem de plantas com gemas nos diferentes tratamentos.

O número de plantas com gemas iniciadas abaixo da folha 12, assim como o número de gemas presentes nestas plantas foi muito pequeno, não sendo, por esse motivo, feita uma análise estatística deste parâmetro.

Os resultados de altura do eixo principal, número e comprimento dos ramos axilares basais e axilares superiores localizados acima da folha 12, foram analisados estatisticamente, utilizando-se o teste *t* para comparação de dois valores médios, ao nível de 5 %. Em experimentos com mais de dois tratamentos, usou-se análise de variância simples, determinando-se, quando *F* significativo ao nível de 5%, a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. Todos os testes foram realizados segundo SNEDECOR (1962).

Nas tabelas e figuras apresentadas nos resultados, valores seguidos de letras diferentes são significativamente diferentes ao nível de 5 %. A comparação entre os tratamentos de um mesmo experimento foi feita sempre em relação a um mesmo dia de coleta de resultados. O dia que aparece citado nos resultados é o dia contado a partir do plantio.

### III. RESULTADOS

#### 1. Estudos de efeitos correlativos através da remoção de braços.

##### 1.1. Influência dos ramos axilares basais sobre o crescimento do eixo principal.

Para se verificar esta influência, as plantas tiveram as gemas axilares basais removidas.

No experimento cujos resultados são mostrados na FIGURA 2, a remoção das gemas axilares basais foi total e realizada logo que estas estivessem visíveis a olho nu, em plantas com 16 dias de idade. A altura do eixo foi medida até a idade de 86 dias. Os ramos axilares basais em desenvolvimento inibiram o crescimento do eixo principal, em altura (FIGURA 2). O efeito promotor da remoção de gemas axilares basais foi significativo a partir de 51 dias do plantio.

Estes resultados foram novamente observados: a remoção total das gemas axilares basais em plantas de 17 dias, mostrou promoção significativa da altura do eixo principal, medida 57 dias após o plantio (TABELA 1, EXP. 3). Em outros dois experimentos, as gemas axilares basais já apresentavam o 1º entrenó alongado e tiveram a região acima do 1º entrenó removida, quando as plantas tinham 27 ou 29 dias. Observou-se que a altura do eixo não variou até 41 dias após o plantio (TABELA 1, EXP. 1) e que foi significativamente maior em plantas com as gemas axilares basais removidas, após 51 e 56 dias (TABELA 1, EXP. 2).

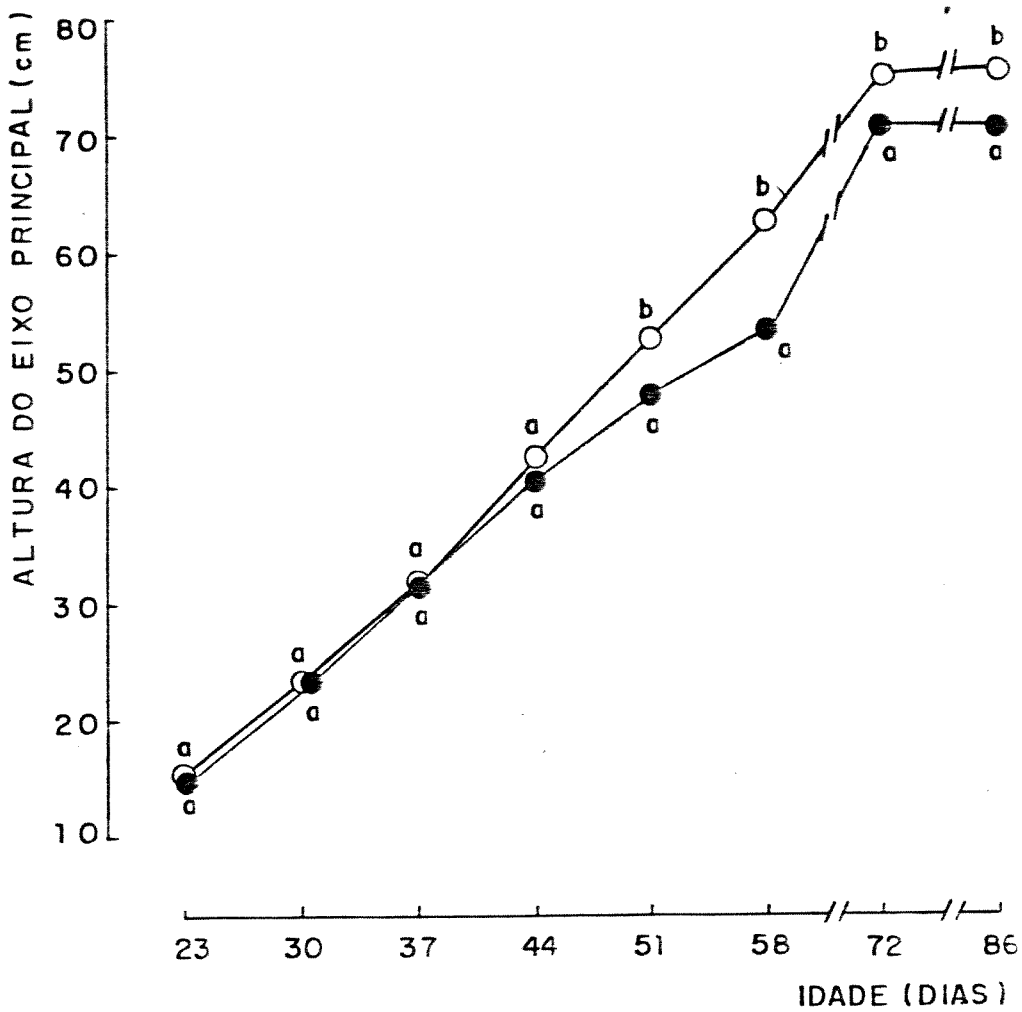


FIGURA 2. Influência dos ramos axilares basais sobre o crescimento, em altura, do eixo principal. Tratamento em plantas com 16 dias de idade.

- plantas intactas.
- plantas com remoção de axilares basais.

TABELA 1. Influência dos ramos axilares basais sobre o crescimento em altura (cm) do eixo principal. Tratamentos em plantas com 27, 29 ou 17 dias.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA			ALTURA	
		COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	REMOÇÃO DE AXILARES BASAIS	INTACTA	REMOÇÃO DE AXILARES BASAIS
1	27	29	22,8 a	21,9 a		
		34	28,7 a	27,8 a		
		41	36,2 a	37,2 a		
2	29	51	38,8 a	45,8 b		
		56	46,5 a	57,6 b		
3	17	57	39,5 a	49,7 b		

Um outro dado interessante foi obtido em um dos experimentos com remoção de gemas axilares basais onde, além do tratamento de remoção de todas as axilares basais em plantas com 17 dias, logo que estas gemas estivessem visíveis, fez-se um tratamento onde somente as axilares das folhas 1 e 2 foram removidas, assim que apareceram, em plantas com 27 dias de idade, nas quais as gemas axilares dos cotilédones já estavam em crescimento. Em relação ao crescimento do eixo principal, com 57 dias, as plantas intactas tiveram uma altura média de 39,5 cm; as plantas onde todas as gemas axilares basais foram removidas, tiveram uma altura média significativamente maior de 49,7 cm (TABELA 1, EXP. 3), enquanto as plantas com apenas as axilares das folhas 1 e 2 removidas apresentaram a altura intermediária de 42,3 cm, que não foi significativamente diferente daquela das plantas intactas.

## 1.2. Influência do ápice principal sobre as gemas e ramos axilares basais.

### a. Iniciação de gemas.

Para estudar-se a influência do ápice principal vegetativo sobre a iniciação de gemas axilares basais, foi realizado um experimento e observado o número de gemas iniciadas em plantas intactas e em plantas onde se fez a remoção do ápice principal vegetativo após 29 dias do plantio, deixando-se 12 folhas no eixo principal.

Não houve diferença significativa no número de gemas axilares basais presentes em plantas intactas e em plantas com o ápice principal removido, sendo respectivamente 13,1 e 12,1 o número médio

de gemas por planta. Este número corresponde aos ramos axilares dos cotilédones, das duas primeiras folhas e das gemas axilares desses ramos que não apresentaram crescimento.

b. Crescimento de ramos.

Foram realizados vários experimentos onde se verificou o efeito da remoção do ápice principal vegetativo no crescimento dos ramos axilares basais. Em um primeiro experimento, o ápice principal foi removido deixando-se 10 folhas no eixo principal em plantas com 16 dias de idade. Observou-se que o comprimento dos ramos axilares basais foi significativamente maior em plantas onde se fez a remoção do ápice principal (FIGURA 3), desde a semana seguinte ao tratamento até a idade de 86 dias.

A promoção do crescimento dos ramos axilares basais foi também observada quando plantas com 10 dias de idade tiveram o ápice removido logo acima das folhas mais basais (TABELA 2, EXP. 1). Este mesmo resultado foi obtido quando foram mantidas 6 folhas no eixo principal na remoção do ápice de plantas com 16 dias de idade (TABELA 2, EXP. 2 e 3) ou quando a remoção do ápice foi feita logo acima da folha 12, em plantas com 29 dias (TABELA 2, EXP. 4). Pode-se verificar, na maioria dos experimentos, que esta promoção significativa foi mantida durante todo o período de coleta de resultados.

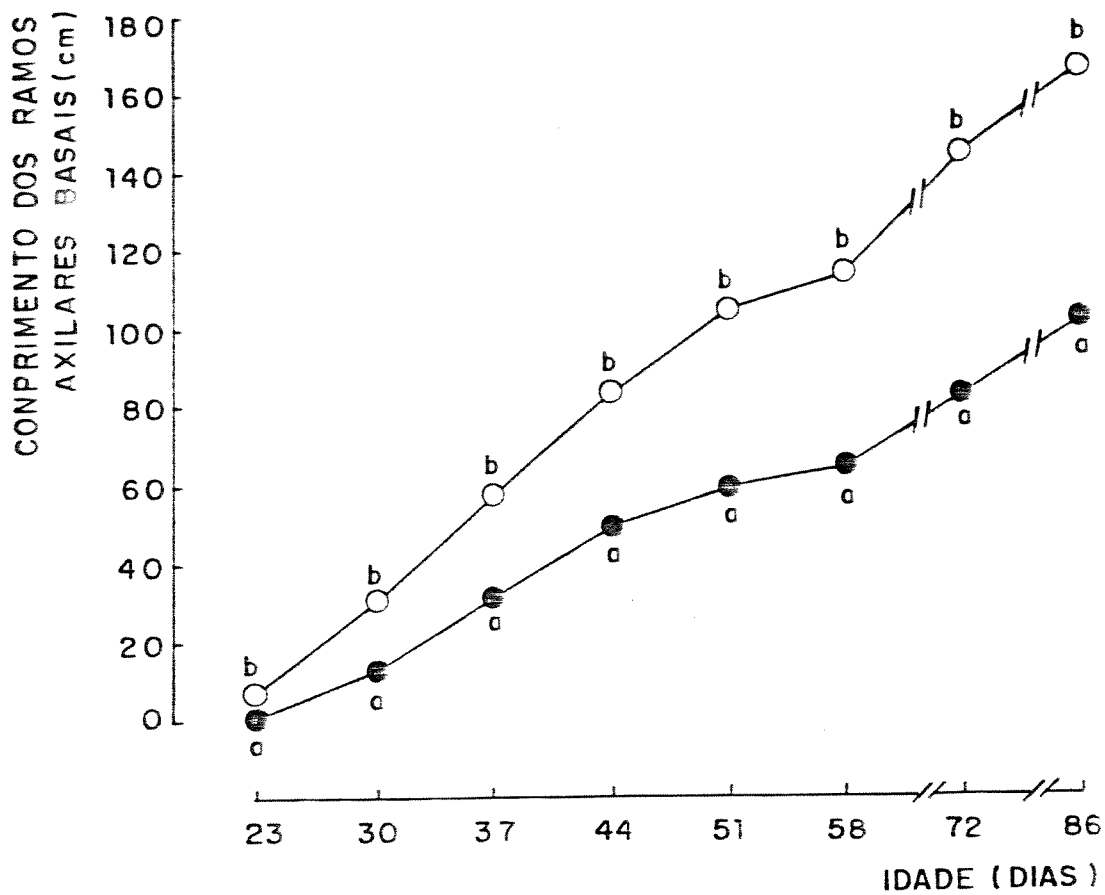


FIGURA 3. Influência do ápice principal sobre o crescimento dos ramos axilares basais. Tratamento em plantas com 16 dias de idade, mantendo-se 10 folhas no eixo principal.

● plantas intactas.

○ plantas com remoção do ápice principal.



TABELA 2. Influência do ápice principal sobre o crescimento dos ramos axilares basais. Tratamentos mantendo-se 2, 6 ou 12 folhas no eixo principal.

EXPERIMENTO	DIA		NÚMERO DE FOLHAS MANTIDAS NO EIXO PRINCIPAL	COMPRIMENTO (cm)	
	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS		INTACTA	REMOCÃO DO ÁPICE
1	10	15	2	0,3 a	4,6 b
		18		0,6 a	9,8 b
		22		3,2 a	16,6 b
		25		6,5 a	23,5 b
2	16	23	6	0,0 a	2,2 b
		29		2,4 a	14,1 b
		35		11,5 a	29,3 b
		42		32,8 a	54,8 b
		57		86,4 a	125,3 b
3	16	23	6	3,8 a	11,9 b
		30		14,4 a	28,9 b
		37		40,0 a	56,5 b
4	29	51	12	78,3 a	88,5 a
		56		95,6 a	107,5 b

1.3. Influência do ápice principal e de ramos axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Foram feitos vários experimentos onde pode-se verificar o efeito da remoção do ápice principal sobre as gemas axilares superiores localizadas da folha 3 até a folha 12.

Nos primeiros experimentos realizados, o ápice principal foi removido logo acima da folha 6 em plantas com 16 dias de idade e não foi observado um aumento no número de gemas iniciadas em plantas onde foi feita a remoção do ápice principal (TABELA 3, EXP. 1 e 2). Este mesmo resultado foi obtido em plantas onde o ápice foi removido acima da folha 10, também com 16 dias na ocasião da remoção (TABELA 3, EXP. 3). Entretanto, pode-se observar, pela TABELA 3, que as gemas axilares apareceram antes em plantas com remoção do ápice (dia 23 no experimento 1 e dia 37 no experimento 3) do que em plantas intactas (dia 45 no experimento 1 e dia 72 no experimento 3).

Por outro lado, quando a remoção do ápice foi feita mais tarde, em plantas com 29 dias, deixando-se 12 folhas no eixo principal, observou-se uma promoção no número de gemas iniciadas (TABELA 3, EXP. 4). Quando maior número de folhas foi mantido no eixo principal e a remoção do ápice foi feita acima da folha 24 (em plantas com 44 dias de idade), novamente não foi observado maior número de gemas iniciadas (TABELA 3, EXP. 5).

Analisando-se os resultados destes experimentos em porcentagem de plantas que apresentavam gemas no tratamento, nota-se os mesmos efeitos acima citados (TABELA 4).

TABELA 3. Influência do ápice principal e de ramos axilares basais sobre as gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Número médio de gemas por planta.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	NÚMERO DE FOLHAS MANTIDAS NO EIXO NA COLETA DE RESULTADOS		INTACTA	REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS
			COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DO ÁPICE					
1	16		23	6	0,0	0,1	-	-	-
			45		0,1	0,1	-	-	-
2	16		35	6	0,0	0,0	-	0,4	-
			57		0,0	0,0	-	1,1	-
3	16		23	10	0,0	0,0	0,0	0,1	-
			37		0,0	0,1	0,0	1,5	-
			72		0,1	0,1	0,0	2,3	-
4	29		34	12	0,2	0,3	0,3	-	-
			56		0,2	1,2	0,3	-	-
5	44		51	24	0,0	0,0	-	-	-
			58		0,1	0,0	-	-	-
			72		0,1	0,1	-	-	-
6	15		23	-	0,0	-	0,0	-	-
			37		0,4	-	0,0	-	-
7	17		31	-	0,0	-	0,1	-	-
			57		0,0	-	0,2	-	-

- tratamento não realizado no experimento.

TABELA 4. Influência do ápice principal e dos ramos axilares basais sobre as gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA		NÚMERO DE FOLHAS MANTIDAS NO EIXO NA REMOÇÃO DO ÁPICE	INTACTA	REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DE		REMOÇÃO DE
		COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DO ÁPICE				GEMAS AXILARES BASAIS	AXILARES BASAIS	
1	16	23	6	0	8	-	-	-	-
		45		15	8	-	-	-	-
2	16	35	6	0	0	-	-	39	-
		57		0	0	-	-	77	-
3	16	23	10	0	0	0	0	14	-
		37		0	7	0	0	93	-
		72		7	7	0	0	93	-
4	29	34	12	22	33	33	-	-	-
		34		22	66	33	-	-	-
5	44	51	24	0	0	-	-	-	-
		58		13	0	-	-	-	-
		72		13	13	-	-	-	-
6	15	23	-	0	-	0	-	-	-
		37		37	-	0	-	-	-
7	17	31	-	0	-	8	-	-	-
		57		0	-	17	-	-	-

- tratamento não realizado no experimento

Foi também observado o efeito das gemas axilares basais sobre as gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. A remoção das axilares basais parece não influenciar nitidamente o número de gemas iniciadas ou o número de plantas com gemas nas axilas das folhas 3 a 12: em dois experimentos realizados houve uma redução no número de gemas axilares superiores e na porcentagem de plantas com gemas abaixo da folha 12 pela remoção das axilares basais (TABELAS 3 e 4, EXP. 3 e 6), enquanto em outros dois experimentos houve um aumento (TABELAS 3 e 4, EXP. 4 e 7). Verificou-se ainda que, em um experimento onde a remoção de todas as axilares basais havia promovido o aparecimento de gemas na região abaixo da folha 12 (TABELAS 3 e 4, EXP. 7), a remoção das axilares basais apenas das folhas 1 e 2, não afetou nem o número médio de gemas por planta, nem a porcentagem de plantas que apresentavam gemas nessa região (dados não apresentados).

A iniciação de gemas axilares superiores dessa região, abaixo da folha 12, foi observada também em plantas onde se fez a remoção do ápice principal ao mesmo tempo em que as gemas axilares basais também foram removidas. Nos dois experimentos onde foi realizado este tratamento, o número médio de gemas por planta (TABELA 3, EXP. 2 e 3) e a porcentagem de plantas com gemas (TABELA 4, EXP. 2 e 3) foi visivelmente maior do que quando somente uma das partes, ápice ou gemas axilares basais foram removidas.

1.4. Influência do ápice principal e de ramos axilares basais sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

a. Iniciação de gemas.

- Efeito do ápice principal.

Para se verificar o efeito do ápice principal sobre as gemas axilares localizadas acima da folha 12, foram realizados dois experimentos onde o ápice principal foi removido logo acima da folha 18 ou da folha 24, antes que as gemas superiores estivessem visíveis na axila das folhas. A idade das plantas na época da remoção do ápice era de 40 e 44 dias, respectivamente.

Observou-se que, quando a remoção do ápice foi feita logo acima da folha 18, o número médio de gemas superiores visíveis por planta foi pequeno e sem diferença significativa em relação às plantas intactas (TABELA 5, EXP. 1). Entretanto, quando 24 folhas foram mantidas no eixo principal na época da remoção do ápice, o número médio de gemas por planta foi significativamente maior nas plantas tratadas (TABELA 5, EXP. 2).

Por outro lado, quando se analisam os dados em porcentagem de plantas com gemas, observa-se que, a remoção do ápice principal, tanto acima da folha 18 como da folha 24, promoveu a iniciação de gemas superiores, não só comparando-se a porcentagem de plantas que apresentavam gemas no tratamento, mas a velocidade do aparecimento de gemas nas plantas tratadas (TABELA 6).

TABELA 5. Influência do ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha  
 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA		NÚMERO DE FOLHAS NA REMOÇÃO DO ÁPICE	INTACTA	REMOÇÃO DO ÁPICE
		COLETA DE RESULTADOS				
1	40	57	18	0,2 a 0,4 a	0,5 a 0,6 a	
		67				
2	44	51	24	0,0 a 0,4 a 1,1 a	2,1 b 2,4 b 2,7 b	
		58				
		64				

TABELA 6. Influência do ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha  
 12. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA		NÚMERO DE FOLHAS NA REMOÇÃO DO ÁPICE	INTACTA	REMOÇÃO DO ÁPICE
		COLETA DE RESULTADOS				
1	40	57	18	18	30	30
		67		27	40	40
2	44	51	24	0	87	87
		58		25	100	100
		64		75	100	100



- Efeito dos ramos axilares basais.

Foi também observado o efeito da remoção das gemas axilares basais sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

A remoção das gemas axilares basais foi feita logo após o seu aparecimento, em plantas com 15, 16 ou 17 dias de idade. Pode-se observar que o número médio de gemas por planta foi significativamente maior em plantas tratadas, durante todos os períodos de coleta de resultados (TABELA 7, EXP. 1, 2 e 3). Este efeito promotor da remoção de gemas axilares basais sobre as gemas axilares superiores também foi observado quando a remoção das primeiras foi feita em plantas com 29 dias de idade e onde somente a região apical das gemas basais foi removida, quando estas já apresentavam o primeiro entrenó alongado (FIGURA 4).

Entretanto, observou-se que este efeito promotor no aparecimento de gemas axilares superiores acima da folha 12 pela remoção de axilares basais, só foi significativo quando todas as axilares basais foram removidas. Foi observado que a remoção apenas das axilares das folhas 1 e 2 logo que estas estivessem visíveis, em plantas com 27 dias, não resultou em um aumento significativo no número médio de gemas axilares (TABELA 8).

Verificando-se a porcentagem de plantas com gemas superiores, observou-se que após algum tempo de crescimento das plantas, a maioria delas apresentou gemas axilares nessa região, acima da folha 12, mesmo permanecendo intactas. Entretanto, quando a remoção de gemas axilares basais foi feita logo após a sua visualização, em plan-

TABELA 7. Influência dos ramos axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	DIA		COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	REMOÇÃO DAS GEMAS AXILARES BASAIS
	TRATAMENTO				
1	16		44	4,2 a	9,8 b
			51	6,5 a	11,6 b
			58	6,5 a	11,7 b
			72	6,6 a	13,1 b
			86	6,6 a	13,9 b
2	15		23	0,0 a	0,4 b
			26	0,0 a	1,3 b
			37	8,9 a	15,6 b
3	17		31	0,0 a	1,2 b
			35	0,5 a	5,6 b
			42	1,7 a	13,7 b
			50	6,7 a	23,3 b
			57	12,6 a	26,9 b

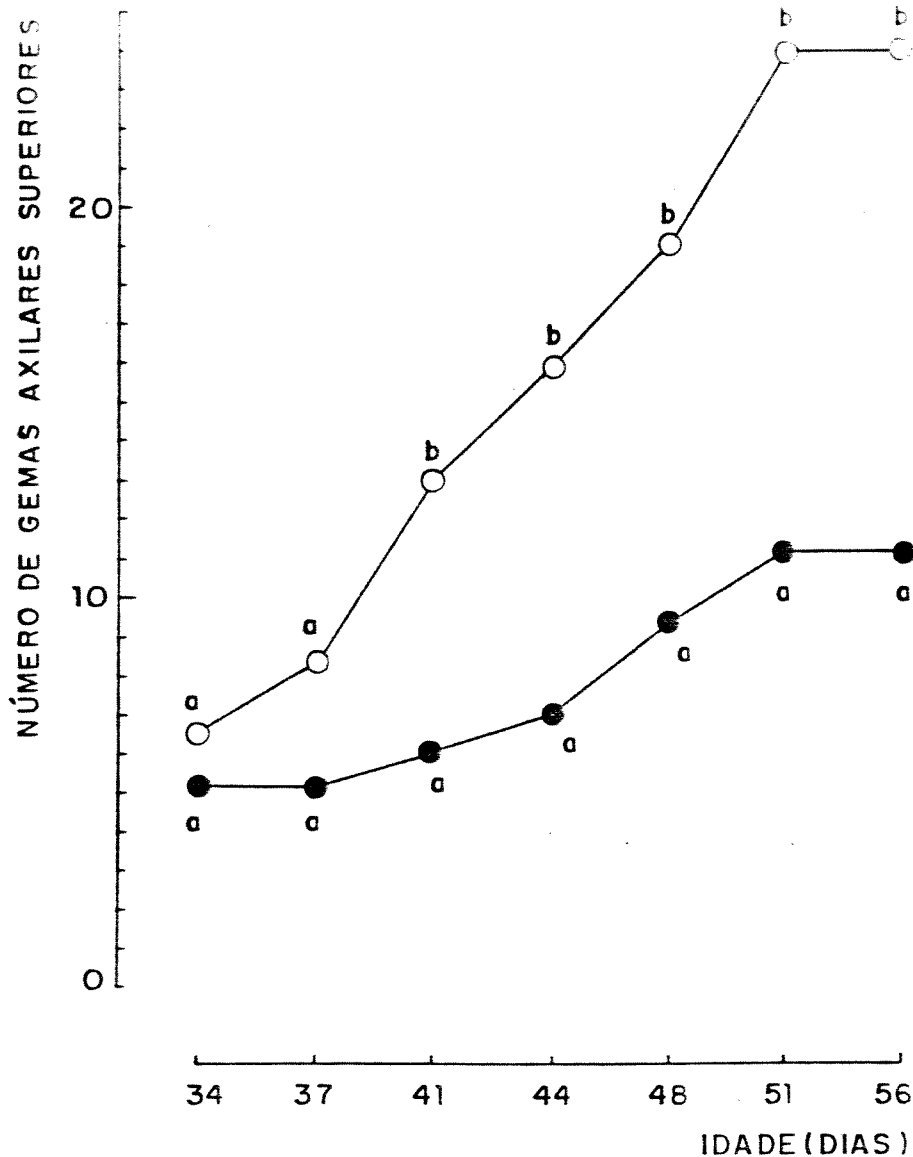


FIGURA 4. Influência dos ramos axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Número médio por planta. Tratamento com 29 dias.

● plantas intactas.

○ plantas com remoção de axilares basais.

**TABELA 8.** Influência das gemas axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Número médio por planta. Remoção das axilares basais das folhas 1 e 2. Tratamento com 27 dias.

DIA DA COLETA DE RESULTADOS	INTACTA		REMOÇÃO DAS AXILARES BASAIS DAS FOLHAS 1 E 2	
	NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
31	0,0 a	0	0,3 a	17
35	0,5 a	8	1,2 a	42
42	1,7 a	42	3,4 a	92
50	6,7 a	92	8,9 a	100
57	12,6 a	100	13,1 a	100

tas com 15, 16 ou 17 dias de idade, observou-se que a velocidade de aparecimento de gemas superiores foi maior em plantas tratadas (TABELA 9).

Embora a remoção das gemas axilares basais das folhas 1 e 2, mantendo-se as axilares dos cotilédones não tenha afetado o número de gemas acima da folha 12, pode-se observar uma promoção na porcentagem de plantas com gemas, pelo menos até a idade de 42 dias (TABELA 8).

#### b. Crescimento de ramos.

##### - Efeito dos ramos axilares basais.

Foi verificado que o crescimento das gemas superiores nas plantas com as gemas basais removidas foi maior, quando a remoção foi feita em plantas jovens, com 15 ou 17 dias (TABELA 10, EXP 1 e 2), ou quando somente a parte apical foi removida, em plantas com 29 dias de idade (TABELA 10, EXP. 3).

Por outro lado, a remoção das axilares basais apenas das folhas 1 e 2, em plantas com 27 dias de idade, mantendo-se as axilares basais dos cotilédones em desenvolvimento, não mostrou promoção significativa no crescimento de gemas superiores acima da folha 12. As plantas intactas apresentaram um comprimento médio das gemas axilares superiores de 1,5 cm, enquanto as plantas que tiveram as axilares basais das folhas 1 e 2 removidas apresentaram 2,3 cm, em média, em crescimento de axilares superiores (dados não apresentados). Isto em contraste com a promoção bastante elevada, para 77,4 cm por planta (no mesmo experimento), no crescimento de axilares superiores quando todas as axilares basais foram removidas (TABELA 10, EXP 3).

TABELA 9. Influência dos ramos axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	DIA			REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS
	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	
1	16	37	0	0
		44	57	100
	17	51	86	100
		58	86	100
		72	86	100
		86	86	100
2	15	23	0	22
		26	0	67
		37	100	100
3	17	31	0	50
		35	8	92
		42	42	100
		50	92	100
		57	100	100

TABELA 10. Influência dos ramos axilares basais sobre o crescimento das gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Comprimento médio por planta (cm).

EXPERIMENTO	DIA			REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS
	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	
1	15	37	1,6 a	20,3 b
2	17	57	1,5 a	77,4 b
3	29	56	10,9 a	116,3 b

### 1.5. Influência do eixo principal e dos ramos axilares basais sobre a iniciação de gemas vegetativas no hipocótilo.

Em alguns experimentos pode-se observar a iniciação de gemas adventícias no hipocótilo de plantas de linho. O desenvolvimento dessas gemas, chamadas, neste trabalho, de gemas hipocotiledonares, foi observado em um experimento onde se fez a remoção de outras partes da planta, como eixo principal e ramos axilares basais.

Os vários tratamentos foram feitos em plantas com 26 dias de idade, quando os ramos axilares basais estavam iniciando o seu crescimento. Foram quatro os tratamentos realizados: remoção dos ramos axilares basais com eixo principal intacto; remoção do eixo principal logo acima dos cotilédones; remoção do eixo principal logo acima dos cotilédones, com remoção dos ramos axilares basais; remoção do eixo principal logo abaixo dos cotilédones; o controle era constituído de plantas intactas.

Em plantas que permaneceram intactas, não houve o aparecimento de gemas no hipocótilo. Os resultados dos vários tratamentos são mostrados na TABELA 11. A remoção do eixo principal logo acima dos cotilédones, mantendo-se os ramos axilares basais, não afetou o número de gemas iniciadas no hipocótilo. Em outro tratamento, a remoção de todo o eixo principal logo abaixo dos cotilédones teve um efeito promotor na iniciação de gemas hipocotiledonares. Esse efeito promotor no número de gemas, não foi significativamente diferente daquele observado quando somente as axilares basais foram removidas. Entretanto, verifica-se que a remoção de todo o eixo principal, mantendo-se apenas a



TABELA 11. Influência do eixo principal e dos ramos axilares basais na iniciação de gemas hipototiledonares.  
 Tratamentos realizados com plantas de 26 dias.  
 Não houve o aparecimento de gemas em plantas intactas (controle).

DIA DE COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DE AXILARES BASAIS		REMOÇÃO DO EIXO PRINCIPAL ACIMA DOS COTILEDONES				REMOÇÃO DO EIXO ABAIXO DOS COTILEDONES	
	NÚMERO	PORCENTAGEM	COM AXILARES BASAIS	SEM AXILARES BASAIS	NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
31	0,0 a	0	0,0 a	0	7,5 b	82	3,4 a	80
36	0,0 a	10	0,0 a	0	9,0 c	100	4,4 b	90
39	4,5 b	82	0,0 a	0	10,2 c	100	4,9 b	90
44	5,6 b	82	0,0 a	0	7,5 b	100	5,5 b	90

região do hipocótilo, levou a uma antecipação no aparecimento de gemas hipocotiledonares, em relação ao tratamento de remoção de axilares basais, observando-se a porcentagem de plantas que apresentavam gemas no hipocótilo já nos primeiros dias após o tratamento.

Por outro lado, o tratamento que teve maior número de gemas iniciadas foi aquele onde se fez a remoção de axilares basais, mas o eixo principal foi removido logo acima dos cotilédones, mantendo-se a região cotiledonar. Este tratamento mostrou um número significativamente maior de gemas iniciadas em relação aos outros tratamentos e também um grande número de plantas com gemas (TABELA 11).

## 2. Influência do ácido indolil-3-acético (AIA).

### 2.1. Aplicação em substituição ao ápice principal.

#### 2.1.1. Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais.

##### a. Iniciação de gemas.

Na região do nó cotiledonar, o número de gemas iniciadas foi praticamente o mesmo em todos os experimentos já descritos neste trabalho: as gemas axilares dos cotilédones e das folhas 1 e 2 normalmente se desenvolvem em ramos. As gemas axilares desses ramos apresentaram um início de crescimento, mas não se desenvolveram posteriormente durante os experimentos.

Nos experimentos descritos em III.1.2.a., observou-se que a iniciação de gemas na região cotiledonar não foi dife-

rente em plantas intactas ou em plantas onde o ápice principal foi removido.

Em experimento, plantas de 29 dias de idade tiveram o ápice principal removido logo acima da folha 12 e substituído por uma pasta de lanolina pura (controle) ou contendo AIA na concentração de 1%. Observou-se que o número médio de gemas axilares basais por planta, após 56 dias do plantio, foi de 12,1 nas plantas controle, enquanto nas plantas onde o ápice foi substituído por lanolina contendo AIA, o número médio de gemas foi de 12,5, sem diferença significativa entre os dois tratamentos.

#### b. Crescimento de ramos.

Resultados anteriores (FIGURA 3 e TABELA 2) mostraram que a remoção do ápice principal teve um efeito promotor no crescimento de ramos axilares basais. Utilizou-se então, o AIA em substituição ao ápice principal removido, com o objetivo de se verificar se a dominância exercida pelo ápice sobre o crescimento de ramos axilares basais estava relacionada com o AIA produzido na região apical.

Em um primeiro experimento, foram utilizadas plantas com 10 dias de idade e a remoção do ápice principal com a sua substituição por auxina foi feita logo acima dos cotilédones e das folhas 1 e 2. Os resultados foram coletados a partir de 5 dias após o tratamento e observou-se um efeito inibidor significativo no crescimento dos ramos axilares basais nos primeiros dias após o tratamento; com o crescimento dos ramos basais, essa inibição não foi mais observada (TABELA 12, EXP. 1).

TABELA 12. Influência do AIA aplicado em substituição ao ápice sobre o crescimento dos ramos axilares basais.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA		NÚMERO DE FOLHAS NA REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO ÁPICE + AIA
		COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DO ÁPICE			
1	10	15	2	4,6 a	3,1 b	
		18		9,8 a	8,3 b	
		22		16,6 a	14,9 a	
		25		23,5 a	22,4 a	
2	16	23	6	2,2 a	2,2 a	
		29		14,1 a	14,5 a	
		35		29,3 a	31,1 a	
		42		54,8 a	56,5 a	
		57		125,3 a	130,1 a	
3	29	51	12	88,5 a	92,6 a	
		56		107,5 a	108,9 a	

Quando a remoção do ápice foi feita deixando-se 6 folhas no eixo principal e o tratamento aplicado em plantas com 16 dias, não se observou diferenças no crescimento dos ramos axilares basais entre as plantas tratadas com AIA e aquelas onde o ápice foi substituído por lanolina pura, desde 7 dias após o tratamento até a idade de 57 dias (TABELA 12, EXP. 2).

Fode-se observar ainda que quando 12 folhas foram mantidas no eixo principal, <sup>época da</sup> na remoção do ápice, e as plantas foram tratadas mais tarde, com 29 dias, a auxina em substituição ao ápice não mostrou ter influência no crescimento dos ramos basais; esses dados, foram coletados somente no final do experimento, com 51 e 56 dias (TABELA 12, EXP. 3).

#### 2.1.2. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Foi observado anteriormente que a remoção do ápice principal não teve efeito na iniciação de gemas axilares superiores das folhas 3 a 6, quando 6 folhas foram mantidas no eixo principal (TABELA 3, EXP. 1 e 2). Entretanto, em um dos experimentos, observou-se uma promoção no número de gemas axilares iniciadas quando as gemas axilares basais foram removidas simultaneamente à remoção do ápice principal (TABELA 3, EXP. 2).

Quando o AIA foi aplicado em substituição ao ápice principal em plantas com axilares basais, as gemas superiores permaneceram inibidas (TABELA 13, EXP. 1). Entretanto, a aplicação de AIA

TABELA 13. Influência do AIA aplicado em substituição ao ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	NÚMERO DE FOLHAS NA REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO ÁPICE + AIA	REMOÇÃO DO ÁPICE + AIA E	
							REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS
1	16	6	35	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
			42	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
			57	0,0	0,0	0,0	1,1	0,3
2	29	12	34	0,3	0,0	0,0	-	-
			37	0,4	0,0	0,0	-	-
			41	0,5	0,1	0,1	-	-
			44	0,8	0,1	0,1	-	-
			48	1,0	0,1	0,1	-	-
			51	1,0	0,1	0,1	-	-
56	1,2	0,1	0,1	-	-			

- tratamento não realizado no experimento.

apicalmente em plantas sem ápice e com as axilares basais também removidas, inibiu o aparecimento de gemas em relação às plantas não tratadas (TABELA 13, EXP. 1).

Também já foi mostrado que a remoção do ápice teve um efeito promotor na iniciação de gemas superiores quando as plantas foram tratadas com 29 dias e 12 folhas foram mantidas no eixo principal (TABELA 3, EXP. 4). Neste mesmo experimento, a aplicação de auxina em substituição ao ápice removido inibiu o aparecimento de gemas axilares superiores (TABELA 13, EXP. 2).

A análise dos dados em relação à porcentagem de plantas que apresentavam gemas axilares abaixo da folha 12 nos diferentes tratamentos, mostraram resultados com as mesmas tendências: a aplicação de AIA apicalmente, reduziu o número de plantas que apresentavam gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 em plantas com (TABELA 14, EXP. 2) ou sem (TABELA 14, EXP. 1) axilares basais, não só observando-se os dados no final do experimento, mas pode-se perceber também um atraso na iniciação de gemas nas plantas tratadas com AIA.

## 2.2. Aplicação em substituição às gemas axilares basais.

### 2.2.1. Influência sobre o crescimento do eixo principal.

Em resultados mostrados anteriormente, observou-se que os ramos axilares basais em desenvolvimento inibiram o crescimento do eixo principal (III.1.1.).

TABELA 14. Influência do AIA aplicado em substituição ao ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	NÚMERO DE FOLHAS NA REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO ÁPICE	REMOÇÃO DO		REMOÇÃO DO	
						REMOÇÃO DO ÁPICE + AIA	REMOÇÃO DO ÁPICE + AIA E	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS
1	16	6	35	0	0	0	39	0	0
			42	0	0	0	61	0	0
			57	0	0	0	77	23	0
2	29	12	34	33	0	0	-	-	-
			37	33	0	0	-	-	-
			41	44	11	11	-	-	-
			44	55	11	11	-	-	-
			48	67	11	11	-	-	-
			51	67	11	11	-	-	-
56	67	11	11	-	-	-			

- tratamento não realizado no experimento.



Foram então realizados dois experimentos, onde a parte apical das gemas axilares basais foi removida e substituída por AIA. Em um primeiro experimento, as plantas foram tratadas com 27 dias de idade e os dados coletados até a 41 dias após o plantio. Em outro, a remoção das axilares basais e a aplicação de auxina foram feitas em plantas com 29 dias de idade e a altura do eixo principal observada 51 e 56 dias após o plantio. Nos dois casos, não houve diferença significativa entre o crescimento do eixo principal de plantas tratadas com AIA e de plantas controle onde foi aplicada lanolina pura em substituição às axilares basais (TABELA 15, EXP. 1 e 2).

#### 2.2.2. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Resultados descritos anteriormente (TABELA 3), mostraram que as gemas axilares basais não tiveram uma influência nítida no número de gemas axilares superiores abaixo da folha 12. Mesmo assim, foi realizado um experimento onde a parte apical das gemas axilares basais foi removida e substituída por AIA na concentração de 1,0%, em plantas com 29 dias. Em relação ao número de gemas axilares superiores, as plantas sem axilares basais apresentaram 0,3 gemas, em média, por planta, enquanto nas plantas em que as axilares basais foram substituídas por auxina apareceram 0,2 gemas, em média.

TABELA 15. Influência do AIA em substituição às gemas axilares basais sobre o crescimento em altura (cm), do eixo principal.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DE GEMAS	
				AXILARES BASAIS	+ AIA
1		27	29	21,9 a	22,2 a
			34	27,7 a	27,7 a
			41	37,2 a	37,5 a
2		29	51	45,8 a	49,1 a
			56	57,6 a	61,0 a

### 2.2.3. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

#### a. Iniciação de gemas.

A remoção das gemas axilares basais mostrou efeito promotor na iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12, quando a remoção foi feita logo após a visualização das gemas axilares basais (TABELA 7) ou quando a região apical das gemas foi removida em plantas com 29 dias de idade (FIGURA 4).

Quando o ápice das gemas axilares basais foi substituído por AIA, observou-se uma tendência a uma redução no número de gemas superiores por planta, que foi mantida durante todo o período (TABELA 16).

#### b. Crescimento de ramos.

Em um dos experimentos realizados para se analisar a influência das gemas axilares basais sobre as gemas axilares superiores, fez-se a remoção de axilares basais e, como já descrito, o desenvolvimento destas gemas em ramos teve um efeito inibidor no crescimento das axilares superiores localizadas acima da folha 12 (TABELA 10).

Remoção de gemas axilares basais e sua substituição por AIA, em plantas com 29 dias, verificada 56 dias após o plantio, resultou em gemas axilares superiores acima da folha 12, que mediam, em média, 82,5 cm de comprimento, enquanto uma média de 116,3 cm foi encontrada para as gemas de plantas com as axilares basais removidas. Estes valores, apesar de não serem estatisticamente diferentes, mostram tendência a uma inibição induzida pela substituição das

**TABELA 16.** Influência do AIA em substituição às gemas axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	DIA		REMOÇÃO DE GEMAS	
	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS + AIA
1	29	34	6,5 a	5,2 a
		37	8,3 a	6,2 a
		41	13,0 a	8,9 a
		44	15,9 a	10,2 b
		48	19,0 a	15,0 a
		51	24,0 a	18,7 a
		56	24,0 a	18,8 a

axilares basais por auxina.

### 2.3. Aplicação em plantas intactas.

#### 2.3.1. Influência sobre as gemas axilares superiores.

Com o intuito de se comprovar o envolvimento da auxina apical na inibição de gemas axilares superiores, foi feita uma tentativa de se aumentar o nível de auxina no eixo principal. Foram feitas aplicações semanais de AIA, sempre no entrenó alongado mais próximo da região apical. As aplicações de AIA tiveram início em plantas com 16 dias de idade, quando as plantas apresentavam 6 folhas distendidas. Outro lote de plantas permaneceram sem tratamento.

##### a. Iniciação de gemas.

Não houve efeito do AIA exógeno sobre a iniciação de gemas axilares abaixo da folha 12.

Foi observado que o tratamento com AIA exógeno atrasou a iniciação de gemas superiores acima da folha 12, reduzindo significativamente o seu número médio até o final do experimento (TABELA 17). Esta inibição pelo tratamento com AIA também pode ser verificada em relação à porcentagem de plantas que apresentavam gemas axilares, em todas as datas de coleta de resultados (TABELA 17).

##### b. Crescimento de ramos.

Após 45 dias do plantio, foi medido o comprimento de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Pode-se observar, também neste parâmetro, um efeito inibidor da aplicação exógena da auxina. Enquanto nas plantas controle, as gemas supe

**TABELA 17.** Influência do AIA aplicado em plantas intactas sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

DIA DE COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE		AIA	
	NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
23	0,0	0	0,0	0
30	1,6	54	0,0	0
37	3,5 a	92	1,6 b	75
45	6,1 a	100	2,7 b	83

riores atingiram 1,4 cm em média, as plantas tratadas com AIA apresentaram um comprimento médio de axilares superiores de 0,2 cm, significativamente diferente das plantas não tratadas.

### 3. Influência do Ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) sobre as gemas axilares superiores.

#### 3.1. Aplicação no eixo principal de plantas intactas.

Nos experimentos onde a auxina foi aplicada exógenamente ou em substituição ao ápice principal ou, apicalmente, em plantas intactas, observou-se uma inibição no desenvolvimento de gemas axilares superiores (TABELA 13; 14 e 17). Com o objetivo de confirmar o envolvimento da auxina apical no crescimento destas gemas, foram feitos experimentos com TIBA.

Em um primeiro experimento, TIBA na concentração de 0,5% foi aplicado ao redor do eixo principal, formando um anel, logo acima da folha 6. Seis dias após a aplicação do TIBA, as plantas apresentavam-se curvadas e com as folhas do ápice menores do que o usual e retorcidas. Foi feito então o estaqueamento das plantas. Oito dias após a observação deste efeito, as folhas apicais apresentavam-se unidas, algumas chegando até a formar um tubo que envolvia o ápice. Algumas das plantas não se desenvolveram mais acima das folhas unidas. Outras, quando as folhas não estavam totalmente fundidas, chegavam ainda a crescer um pouco.

A partir destas observações, passou-se a utilizar o TIBA na metade da concentração anterior, ou seja, 0,25%.

A observação do desenvolvimento das plantas de linho mostra que as gemas axilares superiores aparecem em duas regiões nitidamente diferentes: abaixo ou acima da folha 12. Por este motivo, as aplicações de TIBA passaram a ser feitas sempre no 19 entrenó, logo acima da folha 12.

### 3.1.1. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Foram realizados dois experimentos onde se observou a iniciação de gemas axilares superiores abaixo da folha 12, ou seja, abaixo da aplicação do TIBA no eixo principal de plantas intactas.

Os resultados mostram que, quando a aplicação do TIBA foi feita em plantas com 24 ou 27 dias de idade, houve iniciação de gemas superiores enquanto nas plantas controle estas gemas não apareceram (TABELA 18).

Os resultados dos experimentos acima também são mostrados como porcentagem de plantas com gemas e indicam as mesmas tendências observadas em relação ao número médio de gemas por planta: tratamentos com aplicação de TIBA aumentaram a porcentagem de plantas com gemas abaixo da folha 12 (TABELA 19).



**TABELA 18.** Influência do TIBA, aplicado no eixo principal de plantas intactas, sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Número médio de gemas axilares por planta.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS		
			INTACTA	INTACTA + TIBA	INTACTA + TIBA
1	24	31	0,0	0,0	0,0
		35	0,0	0,0	0,0
		42	0,0	0,1	0,1
		50	0,0	0,2	0,2
		57	0,0	0,2	0,2
2	27	33	0,0	0,0	0,0
		40	0,0	0,3	0,3
		47	0,0	0,3	0,3
		54	0,0	0,3	0,3
		61	0,0	0,3	0,3

TABELA 19. Influência do TIBA, aplicado no eixo principal de plantas intactas, sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas axilares.

DIA		DIA			
EXPERIMENTO	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	INTACTA + TIBA	
1	24	31	0	0	
		35	0	0	
		42	0	10	
		50	0	20	
		57	0	20	
2	27	33	0	0	
		40	0	25	
		47	0	25	
		54	0	25	
		61	0	25	

### 3.1.2. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

#### a. Iniciação de gemas.

Nos mesmos experimentos onde foi observada a iniciação de gemas axilares superiores abaixo da folha 12, pode-se verificar qual o efeito da aplicação de TIBA, no eixo principal, acima do ponto de aplicação, ou seja, nas gemas axilares localizadas acima da folha 12.

A aplicação de TIBA em plantas com 24 dias, resultou em uma tendência a redução no número de gemas axilares iniciadas acima do ponto de aplicação (TABELA 20, EXP. 1).

Em outro experimento, onde o tratamento foi feito em plantas com 27 dias de idade, uma inibição significativa na iniciação de gemas axilares acima do ponto de aplicação foi observada (TABELA 20, EXP. 2). Neste segundo experimento, também ficou evidente uma forte redução na porcentagem de plantas com gemas axilares iniciadas após o tratamento com TIBA (TABELA 21).

#### b. Crescimento de ramos.

Nos dois experimentos onde se verificou uma inibição no aparecimento de gemas acima da aplicação do TIBA, em geral, as gemas superiores apresentaram pouco crescimento, não sendo observada diferença no crescimento posterior dessas gemas entre as plantas controle e as tratadas com TIBA.

**TABELA 20.** Influência do TIBA aplicado no eixo principal de plantas intactas sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Número médio de gemas axilares iniciadas por planta.

DIA					
EXPERIMENTO	TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	INTACTA + TIBA	
1	24	31	0,0	0,0	
		35	0,5	0,5	
		42	1,7 a	1,3 a	
		50	6,7 a	3,9 a	
		57	12,6 a	9,5 a	
2	27	33	0,0	0,0	
		40	0,0	0,0	
		47	1,4 a	0,0 b	
		54	2,1 a	0,0 b	
		61	2,6 a	0,1 b	

**TABELA 21.** Influência do TIBA, aplicado no eixo principal de plantas intactas, sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas axilares.

DIA					
EXPERIMENTO	TREATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	INTACTA	INTACTA + TIBA	
1	24	31	0	0	0
		35	8	20	20
		42	42	50	50
		50	92	70	70
		57	100	100	100
2	27	33	0	0	0
		40	0	0	0
		47	60	0	0
		54	80	0	0
		61	80	12	12

### 3.2. Aplicação no eixo principal de plantas nas quais se fez a remoção de gemas axilares basais.

#### 3.2.1. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Em relação às gemas axilares das folhas 3 a 12, foi observado que a remoção de gemas axilares basais, praticamente não teve influência no número de gemas iniciadas (TABELA 3). Um efeito promotor na iniciação de gemas abaixo da folha 12 em plantas sem axilares basais só foi obtido quando o ápice principal também foi removido (TABELA 3).

Foi realizado então, um experimento onde foi feita a aplicação de TIBA no eixo principal de plantas que tinham as axilares basais removidas. A remoção das axilares basais foi feita em plantas com 17 dias e estas foram tratadas com TIBA com 24 dias de idade. TIBA foi aplicado no eixo principal logo acima da folha 12.

Pelo resultado obtido, não houve diferenças entre o número médio de gemas superiores que apareceram no tratamento onde foi aplicado TIBA em plantas sem axilares basais e naquele onde somente se fez a remoção de axilares basais (TABELA 22). A porcentagem de plantas com gemas nesta região, abaixo da folha 12, foi aumentada de

TABELA 22. Influência do TIBA, aplicado em plantas com remoção de axilares basais sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Remoção de axilares basais em plantas com 17 dias.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS		REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS + TIBA	
			NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
1	24	31	0,1	8	0,0	0
		35	0,1	8	0,1	14
		42	0,1	8	0,1	14
		50	0,1	8	0,1	14
		57	0,2	17	0,1	14

8% para 14% pelo tratamento com TIBA, até o dia 50 após o plantio (TABELA 22).

### 3.2.2. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

#### a. Iniciação de gemas.

A remoção de gemas axilares basais teve um efeito promotor no número de gemas axilares acima da folha 12 (TABELAS 7 e 9). Foi também observado que a aplicação de TIBA no eixo principal de plantas intactas logo acima da folha 12, levou a uma redução no número de gemas axilares visíveis acima do ponto de aplicação (TABELAS 20 e 21).

Foi verificado então, o resultado da aplicação de TIBA no eixo principal de plantas que tiveram as gemas axilares basais removidas. A remoção de axilares basais foi feita em plantas com 17 dias de idade e em algumas destas plantas aplicou-se TIBA logo acima da folha 12, com 24 dias.

Pode-se observar que a aplicação do TIBA no eixo principal mostrou novamente um efeito inibidor na iniciação de gemas axilares acima do ponto de aplicação. O número médio de gemas iniciadas por planta foi menor a partir de 42 dias em plantas onde TIBA foi aplicado no eixo principal, do que naquelas não tratadas com TIBA. A diferença entre os tratamentos foi significativa a partir de 50 dias (TABELA 23).



**TABELA 23.** Influência do TIBA, aplicado em plantas com remoção de gemas axilares basais, sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12. Remoção de axilares basais em plantas com 17 dias.

EXPERIMENTO	TRATAMENTO	DIA	REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS		REMOÇÃO DE GEMAS AXILARES BASAIS + TIBA	
			NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
1	24	31	1,2 a	50	1,7 a	57
			5,6 a	92	5,6 a	86
			13,7 a	100	10,6 a	86
			23,3 a	100	14,0 b	86
			26,9 a	100	14,6 b	86
		35				
		42				
		50				
		57				

### b. Crescimento de ramos.

Do mesmo modo que a remoção de gemas axilares basais promoveu o número médio de gemas axilares superiores iniciadas por planta, também foi observado um maior crescimento dessas gemas em plantas sem as axilares basais (TABELA 10).

Tentou-se então, verificar se a aplicação de TIBA em plantas com as axilares basais removidas poderia afetar o crescimento das gemas superiores. A remoção das axilares basais foi feita em plantas com 17 dias de idade, assim que foram visualizadas. O tratamento com TIBA foi feito quando estas plantas tinham 24 dias.

O resultado obtido mostrou que as plantas sem axilares basais apresentaram um comprimento médio de 77,4 cm de gemas axilares superiores. A aplicação de TIBA reduziu significativamente o comprimento para 31,7 cm, em média, por planta.

### 3.3. Aplicação do TIBA seguida da remoção do ápice principal sobre a iniciação de gemas axilares superiores.

Em plantas com 37 dias de idade e com 24 folhas já distendidas no eixo principal, fez-se uma aplicação de TIBA no eixo principal, logo acima da folha 12. Sete dias depois, quando as plantas tinham 44 dias, a região apical acima da folha 24 foi removida. Utilizou-se para controle, plantas onde a região apical foi removida logo acima da folha 24, com 44 dias após o plantio.

O resultado observado foi que o número de gemas superiores que apareceram entre a folha 12 e a folha 24 foi significativamente menor, durante todo o experimento, em plantas tratadas com TIBA,

mesmo com a remoção do ápice principal feita após a aplicação (TABELA 24).

#### 4. Influência de benziladenina (BA).

##### 4.1. Aplicação no eixo principal de plantas intactas.

Utilizaram-se três concentrações de BA (0,1 mM, 1,0 mM e 10 mM) que foram aplicadas em duas regiões do eixo principal: abaixo ou no entrenó logo acima das folhas cotiledonares e folhas 1 e 2, onde se desenvolvem os ramos axilares basais. Tween 20, utilizado na preparação da solução de BA, foi usado nas plantas controle de alguns experimentos. Nos vários parâmetros analisados, pode-se observar que esta substância não afetou o desenvolvimento das plantas.

##### 4.1.1. Influência sobre o crescimento do eixo principal.

Em relação ao crescimento, em altura, do eixo principal, os resultados foram coletados no final dos experimentos. Nos três primeiros experimentos realizados, BA foi aplicada em plantas jovens, onde as gemas axilares basais dos cotilédones estavam apenas iniciando o seu crescimento. Foi observado que a aplicação de BA 0,1 mM ou 1,0 mM no eixo principal, não afetou o crescimento deste, independentemente da posição onde foi aplicada (TABELA 25, EXP. 1 e 2). Entretanto, quando BA foi utilizada na concentração de 10 mM, aplicada acima dos cotilédones, as plantas apresentaram menor altura do eixo principal (TABELA 25, EXP. 3).

TABELA 24. Influência da aplicação do TIBA seguida da remoção do ápice principal sobre a iniciação de gemas superiores localizadas acima da folha 12.

DIA DE COLETA DE RESULTADOS	REMOÇÃO DO ÁPICE		TIBA + REMOÇÃO DO ÁPICE	
	NÚMERO	PORCENTAGEM	NÚMERO	PORCENTAGEM
51	2,1 a	87	0,9 b	63
58	2,4 a	100	1,1 b	75
64	2,7 a	100	1,1 b	75

TABELA 25. Influência de benziladenina (BA) no crescimento, em altura, do eixo principal.

EXPERIMENTO	DIA	INÍCIO DO TRATAMENTO	COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILEDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILEDONES		
				CONTROLE	ABAIXO DOS COTILEDONES	ABAIXO DOS COTILEDONES	ACIMA DOS COTILEDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM
1	22	48	-	32,7 a	35,7 a	34,6 a	33,8 a	32,5 a	35,6 a	-
2	19	55	-	49,3 a	46,8 a	-	45,5 a	-	47,0 a	-
3	15	40	38,8 b	-	37,5 ab	-	36,3 ab	-	38,5 ab	34,9 a

- tratamento não realizado no experimento.

#### 4.1.2. Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais.

##### a. Iniciação de gemas.

Foram realizados quatro experimentos onde se pode observar o efeito da aplicação de BA na iniciação de axilares basais. Em todos eles, não se observou diferenças no número de gemas basais entre as plantas tratadas com BA 0,1 mM ou 1,0 mM e as que não receberam nenhum tratamento (TABELA 26, EXP. 1 a 4). Por outro lado, observou-se uma promoção significativa no número de gemas axilares basais quando BA 10 mM foi aplicada acima dos cotilédones (TABELA 26, EXP. 4), onde, além da iniciação das quatro gemas basais (dos cotilédones e das folhas 1 e 2) e de suas axilares, várias outras gemas foram iniciadas nesta região basal.

##### b. Crescimento de ramos.

Em um primeiro experimento com BA, não se observou diferença significativa no crescimento das axilares basais dos cotilédones e folhas 1 e 2, durante todo o período de coleta de resultados, comparando-se as plantas que foram tratadas com BA 0,1 mM ou 1,0 mM e as plantas que não receberam tratamento (TABELA 27, EXP. 1). As outras axilares basais, geralmente não foram medidas, uma vez que não apresentavam crescimento.

Entretanto, BA 1,0 mM aplicada abaixo dos cotilédones teve um efeito promotor no crescimento de gemas basais quando este tratamento foi novamente realizado em um segundo experimento (TABELA 27, EXP. 2).

TABELA 26. Influência de benziladenina na iniciação de gemas axilares basais. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES				
			COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE	ABAIXO DOS COTILÉDONES	ACIMA DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	
1	20	26	4,0	-	4,0	-	4,0	4,0	4,0	-	
			4,0	-	4,0	-	4,0	4,0	4,0	4,0	-
			8,8 a	-	8,1 a	-	8,8 a	9,0 a	9,0 a	9,9 a	-
			10,3 ab	-	9,3 a	-	9,6 a	10,9 ab	11,9 b	-	-
2	22	48	-	11,9 a	12,0 a	12,7 a	12,0 a	12,1 a	12,1 a	-	
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	19	55	-	8,5 a	8,0 a	-	9,5 a	-	9,2 a	-	
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	15	40	12,0 a	-	12,0 a	-	11,5 a	-	10,0 a	19,7 b	
			-	-	-	-	-	-	-	-	-

- tratamento não realizado no experimento.

TABELA 27. Influência de benziladenina no crescimento, em cm, dos ramos axilares basais, dos cotilédones e das folhas 1 e 2. Comprimento médio por planta.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES		
				CONTROLE	ABAIXO DOS COTILÉDONES	ACIMA DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM
1	20		26	3,2 a	-	2,5 a	4,1 a	3,3 a	3,1 a	-
				11,3 a	-	10,4 a	13,7 a	10,5 a	10,3 a	-
				35,4 ab	-	27,3 a	37,5 b	31,8 ab	34,3 ab	-
				53,1 a	-	41,5 a	55,3 a	44,0 a	52,5 a	-
2	19		55	-	78,0 a	-	104,6 b	-	87,4 ab	-
3	15		40	85,2 b	-	83,9 b	83,1 b	-	80,5 b	*67,0 a
										(141,3)

- tratamento não realizado no tratamento.

\* Neste tratamento observou-se o crescimento de outras gemas basais além das axilares dos cotilédones, das folhas 1 e 2 e de suas axilares. Neste caso, o comprimento de todas as gemas basais pode ser medido e foi, em média, de 141,3 cm por planta.



Quando BA foi utilizada numa concentração maior, 10 mM, observou-se que os ramos axilares dos cotilédones e das folhas 1 e 2 apresentaram menor crescimento se comparado com as plantas não tratadas ou tratadas apenas com Tween 20 (TABELA 27, EXP. 3). Pode-se observar entretanto, que no tratamento com BA 10 mM, houve uma promoção no crescimento de outras gemas na região dos cotilédones (TABELA 27, EXP. 3 - resultado entre parênteses).

#### 4.1.3. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

Em relação às gemas axilares superiores dessa região, entre a folha 3 e a folha 12, em todos os experimentos realizados, sempre houve o aparecimento de poucas gemas. Em um primeiro experimento, onde se utilizou BA 0,1 mM e 1,0 mM, só apareceram gemas em plantas tratadas com BA 1,0 mM (TABELA 28, EXP. 1). Em outros três experimentos, houve o aparecimento de gemas quando BA foi aplicada acima dos cotilédones, tanto na concentração de 0,1 mM (TABELA 28, EXP. 2) como 1,0 mM (TABELA 28, EXP. 2, 3 e 4). Entretanto, nestes experimentos, observou-se também o aparecimento de gemas em plantas não tratadas com BA. Pode-se observar, porém, que as plantas tratadas com BA 1,0 mM acima dos cotilédones apresentaram gemas antes do que as plantas não tratadas. Houve o aparecimento de gemas superiores nessa região em plantas controle que não receberam nenhum tratamento (TABELA 28, EXP. 4) o que não aconteceu em outros experimentos.

TABELA 28. Influência de benziladenina na iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES			
				CONTROLE	ABAIXO DOS COTILÉDONES	ACIMA DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	10 mM
1	20		26	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,1	-
				0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	0,1	-
2	22		48	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-
				-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	-
				-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	-
3	19		30	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	-
				-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,2	-
				-	0,1	0,0	-	0,0	-	0,2	-
4	15		23	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
				0,1	-	0,1	-	0,0	-	0,0	0,0
				0,4	-	0,1	-	0,0	-	0,2	0,0

- tratamento não realizado no experimento.

Resultados com as mesmas tendências são mostrados quando se analisa os dados em porcentagem de plantas com gemas no tratamento (TABELA 29).

#### 4.1.4. Influência sobre as axilares superiores localizadas acima da folha 12.

##### a. Iniciação de gemas.

O efeito da aplicação de BA no eixo principal sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 também foi analisado.

Em um experimento, BA foi utilizada na concentração de 0,1 mM e 1,0 mM. Observou-se que BA 1,0 mM aplicada acima dos cotilédones teve um efeito promotor significativo na iniciação de gemas axilares acima da folha 12, quando as plantas tinham 54 dias (TABELA 30, EXP. 1). Na mesma data, no tratamento com BA 0,1 mM aplicada abaixo dos cotilédones foi observada uma inibição no número médio de gemas axilares por planta (TABELA 30, EXP. 1). Este resultado não se repetiu em outro experimento onde foi realizado este mesmo tratamento.

Uma tendência a promoção no número de gemas iniciadas em plantas tratadas com BA 1,0 mM aplicada acima dos cotilédones foi novamente observada, em todos os dias de coleta de resultados (TABELA 30, EXP. 2 e 4).

O efeito promotor de BA, aplicada acima dos cotilédones, na iniciação de gemas também foi observada em outro experimento: plantas tratadas com BA 1,0 mM tiveram maior número de gemas do

TABELA 29. Influência de benziladenina na iniciação de gemas localizadas abaixo da folha 12. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES					
			CONTROLE	ABAIXO DOS COTILÉDONES	ACIMA DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	10 mM		
1	20	26 54	0	-	0	0	0	0	0	12	-	
			0	-	0	10	0	0	0	0	12	-
2	22	30 44 48	-	0	0	0	0	0	0	0	11	-
			-	0	0	0	0	0	0	0	22	-
			-	11	0	0	0	0	11	0	22	-
3	19	38 48 55	-	0	0	0	0	0	0	0	11	-
			-	0	0	0	0	0	0	0	22	-
			-	11	0	0	0	0	0	0	22	-
4	15	23 26 37	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
			13	-	12	0	0	0	0	0	0	0
			37	-	12	0	0	0	0	0	25	0

-tratamento não realizado no experimento.

TABELA 30. Influência de benziladenina sobre a iniciação de gemas localizadas acima da folha 12. Número médio por planta.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES			
			CONTROLE	ABAXO DOS COTILÉDONES	ACIMA DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	10 mM
1	20	26	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-
			0,0 a	-	-	0,0 a	0,0 a	0,2 a	0,2 a	-
			1,1 ab	-	-	0,1 a	2,3 b	1,7 b	2,6 b	-
			3,7 b	-	-	0,4 a	3,7 b	3,1 b	6,0 c	-
2	22	30	-	0,2 a	0,3 a	0,4 a	0,3 a	0,0 a	0,9 a	-
			-	0,7 a	1,3 a	1,8 a	1,4 a	0,4 a	2,7 a	-
			-	2,3 a	3,1 a	3,7 a	2,2 a	2,0 a	4,8 a	-
			-	3,4 a	3,3 a	3,9 a	3,1 a	2,8 a	5,6 a	-
3	19	38	-	0,7 a	1,2 a	-	0,5 a	-	3,8 b	-
			-	2,2 a	2,1 a	-	2,3 a	-	5,1 b	-
			-	4,9 ab	3,4 a	-	5,4 ab	-	7,0 b	-
			-	13,1 a	13,1 a	-	11,9 a	-	14,4 a	-
4	15	23	0,0 a	-	0,0 a	-	0,0 a	-	0,0 a	1,9 b
			0,0 a	-	0,0 a	-	0,0 a	-	0,3 a	2,4 b
			8,9 a	-	8,5 a	-	5,6 a	-	10,9 a	9,4 a

-tratamento não realizado no experimento.

que aquelas tratadas só com Tween 20, com diferença significativa até o dia 48 (TABELA 30, EXP. 3); BA 10 mM promoveu significativamente a iniciação de gemas acima da folha 12, pelo menos nos dias seguintes à aplicação (TABELA 30, EXP. 4).

A aplicação de BA, no eixo principal, abaixo da região dos cotilédones, não afetou o número de gemas superiores acima da folha 12 (TABELA 30, EXP. 1 a 4).

#### b. Crescimento de ramos.

Em relação ao crescimento posterior das gemas axilares acima da folha 12, observou-se que a aplicação de BA 1,0 mM acima dos cotilédones teve um efeito promotor significativo em um dos experimentos realizados (TABELA 31, EXP. 1). Nos outros dois experimentos, não houve diferença significativa entre as plantas tratadas com BA e aquelas não tratadas (TABELA 31, EXP. 3) ou apenas tratadas com Tween 20 (TABELA 31, EXP. 2 e 3).

Uma concentração mais alta de BA, 10 mM, aplicada acima dos cotilédones mostrou promoção significativa no crescimento de axilares superiores em relação às plantas não tratadas. Entretanto, esse aumento no crescimento de gemas não foi significativo quando comparado com plantas onde foi aplicado Tween 20 acima dos cotilédones (TABELA 31, EXP. 3).

**TABELA 31.** Influência de benziladenina sobre o crescimento de gemas axilares superiores localizadas acima da folha  
12. Comprimento médio por planta.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	COLETA DE RESULTADOS	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILÉDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILÉDONES		
				CONTROLE	ABAIXO DOS COTILÉDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	10 mM
1	22	48	-	0,3 a	0,2 a	0,4 a	0,3 a	0,2 a	1,1 b	-
2	19	55	-	0,6 a	0,8 a	-	0,9 a	-	1,0 a	-
3	15	37	1,6 a	-	2,9 ab	-	0,8 a	-	3,0 ab	6,0 b

-tratamento não realizado no experimento.

#### 4.1.5. Influência sobre a iniciação de gemas hipocotile- donares.

Nos experimentos realizados com citocinina, observou-se a iniciação de gemas na região do hipocótilo. Essas gemas ocorreram em todos os tratamentos, mesmo quando não se aplicou BA.

No primeiro experimento, o tratamento controle, que recebeu solução contendo Tween 20, abaixo ou acima dos cotilédones, apresentou 33% ou 44% das plantas com gemas. Essa porcentagem foi aumentada pelo tratamento com BA 1,0 mM aplicada abaixo dos cotilédones, ou seja, na região do hipocótilo, onde 66% das plantas apresentavam gemas nessa região (TABELA 32, EXP. 1).

Em um segundo experimento, também foi observada uma alta porcentagem de plantas controle com gemas no hipocótilo; 50% das plantas controle tiveram gemas iniciadas e esta porcentagem foi aumentada para 90% quando as plantas foram tratadas com BA abaixo dos cotilédones (TABELA 32, EXP. 2). Neste experimento também houve uma certa promoção no aparecimento dessas gemas, quando BA foi aplicada acima dos cotilédones, numa concentração mais alta, de 10 mM (TABELA 32, EXP. 2).

#### 4.2. Aplicação de BA na axila das folhas 3 a 12.

Com o objetivo de tentar promover o desenvolvimento de gemas axilares superiores entre as folhas 3 a 12, que se mostraram fortemente inibidas na maioria dos experimentos realizados neste trabalho, utilizou-se BA 1,0 mM aplicada em cada axila das folhas dessa região, com início da aplicação em plantas com 15 dias de idade. Ob-



TABELA 32. Influência de benziladenina na iniciação de gemas hipocotiledonares. Porcentagem de plantas com gemas.

EXPERIMENTO	INÍCIO DO TRATAMENTO	DIA	CONTROLE COM TWEEN		BA APLICADA ABAIXO DOS COTILEDONES		BA APLICADA ACIMA DOS COTILEDONES			
			CONTROLE	ABAIXO DOS COTILEDONES	0,1 mM	1 mM	0,1 mM	1 mM	10 mM	
1	22	48	-	33	44	44	66	33	44	-
			50	-	50	-	90	-	33	66
2	15	40	-	-	-	-	-	-	-	-
			50	-	50	-	90	-	33	66

-tratamento não realizado no experimento.

servou-se também o efeito deste tratamento em outros parâmetros que já vinham sendo analisados.

#### 4.2.1. Influência sobre o crescimento do eixo principal.

A aplicação de BA 1,0 mM na axila das folhas 3 a 12 não afetou o crescimento do eixo principal. A altura do eixo principal foi medida 40 dias após o plantio. Em plantas não tratadas verificou-se uma altura média de 38,8 cm, enquanto as plantas tratadas com BA apresentaram o eixo principal com uma altura média de 37,0 cm, sem diferença significativa da primeira.

#### 4.2.2. Influência sobre as gemas ou ramos axilares basais.

##### a. Iniciação de gemas.

No experimento em que foi realizado o tratamento com BA aplicada na axila das folhas 3 a 12, o número médio de gemas axilares basais em plantas controle, com 37 dias de idade, foi de 12,1 gemas. As plantas tratadas com BA apresentaram uma média de 11,4 gemas por planta, sem diferença significativa em relação às plantas controle (TABELA 33).

##### b. Crescimento de ramos.

A aplicação de BA nas axilas das folhas 3 a 12, apesar de não ter afetado o número de gemas basais, teve um efeito inibidor no seu crescimento posterior. Enquanto as plantas controle apresentaram um comprimento médio de 85,2 cm em relação aos ramos axilares basais, esses ramos, em plantas tratadas com BA tiveram um com

TABELA 33. Influência de benziladenina, aplicada na axila de folhas 3 a 12, sobre as gemas axilares.

	CONTROLE				BA			
	DIA DE COLETA DOS RESULTADOS	NÚMERO DE GEMAS	PORCENTAGEM DE PLANTAS COM GEMAS	COMPRIMENTO	NÚMERO DE GEMAS	PORCENTAGEM DE PLANTAS COM GEMAS	COMPRIMENTO	
AXILARES BASAIS	37	12,1 a	100	85,2	11,4 a	100	56,5 a	
AXILARES SUPERIORES	23	0,0	0	-	0,1	14	-	
ABAIXO DA FOLHA 12	26	0,1	13	-	0,1	14	-	
	37	0,4	37	-	0,1	14	-	
AXILARES SUPERIORES	23	0,0 a	0	-	0,3 a	14	-	
ACIMA DA FOLHA 12	26	0,0 a	0	-	3,4 b	71	-	
	37	0,9 a	100	1,6 a	13,1 a	100	14,6 b	

- tratamento não realizado no experimento

primeto médio significativamente menor de 56,5 cm (TABELA 33).

#### 4.2.3. Influência sobre a iniciação de gemas axilares superiores localizadas abaixo da folha 12 (inclusive folha 12).

As plantas controle deste experimento apresentaram 37% das plantas com gemas e uma média de 0,4 gemas por planta. Este resultado, como já foi mencionado anteriormente (III.4.1.3.), não foi encontrado em outros experimentos deste trabalho.

No tratamento onde BA foi aplicada em cada axila das folhas 3 a 12, 14% das plantas tinham gemas axilares iniciadas nessa região; estas plantas tinham uma média de 0,1 gemas. Estes dados foram coletados 37 dias após o plantio. Este tratamento com BA, portanto, não afetou a iniciação de gemas axilares dessa região.

#### 4.2.4. Influência sobre as gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12.

##### a. Iniciação de gemas.

A aplicação de BA na axila das folhas 3 a 12, resultou em uma antecipação no aparecimento de gemas axilares numa região mais superior, acima da folha 12 (TABELA 33). O tratamento com BA promoveu o número de gemas acima da folha 12, sendo esta promoção significativa quando as plantas tinham 26 dias.

b. Crescimento de ramos.

A aplicação de BA na região das folhas 3 a 12, levou também a um maior crescimento das gemas na região mais superior. Enquanto as plantas controle apresentaram, após 37 dias, um comprimento médio de ramos axilares acima da folha 12 de 1,6 cm, esses ramos, em plantas tratadas com BA tiveram um comprimento médio significativamente maior de 14,6 cm (TABELA 33).

## V. DISCUSSÃO

As plantas de linho apresentam um padrão definido de crescimento de gemas axilares. Dependendo de sua posição no eixo principal, as gemas axilares diferem na sua capacidade de crescimento. Assim, neste trabalho, ficou evidente a divisão do eixo principal de plantas vegetativas de linho em três regiões distintas: uma região cotiledonar, mais basal, onde as gemas axilares dos cotilédones e das duas primeiras folhas se desenvolvem em ramos; uma região mais superior, da folha 3 até a folha 12, onde as gemas se encontram sob forte inibição; mais acima, depois da folha 12, onde as gemas são menos inibidas e podem ser visualizadas mesmo em plantas intactas.

GREGORY & VEALE (1957) já haviam observado este fenômeno em gemas axilares de plantas de linho, que foi chamado de um "gradiente de potencial de crescimento no caule". Os autores usaram nós isolados de plantas e verificaram que as estacas do nó cotiledonar e das folhas 1 e 2 tiveram as gemas desenvolvidas em ramos, enquanto nos nós mais altos, um nítido gradiente foi observado, com um mínimo na folha 6, seguido por um forte aumento nos nós mais superiores. No material estudado por esses autores, não foram encontradas as duas regiões da parte superior do caule que apresentaram padrões diferentes de crescimento de gemas: entre a folha 3 e a folha 12 e acima da folha 12.

ZIESLIN & HALEVY (1976) mostraram que, em plantas de rosa, diferentes partes da planta inibem o crescimento de gemas axilares. Os resultados desses autores indicaram que essas gemas sofrem influências da gema apical e da parte do caule localizada acima da região inibida.

SNOW (1937) sugeriu que, uma inibição envolvendo parte do caule seria devida a substâncias inibidoras produzidas no caule. A inibição do crescimento de gemas por parte do caule acima destas foi também notada por NAGAO & RUBINSTEIN (1976) em ervilha e por PETERSON & FLETCHER (1975) em soja. Nestes dois últimos trabalhos, os autores sugerem que o efeito inibitório do caule se deva ao transporte de auxina através do caule ou à acumulação de auxina na região basal.

ZIESLIN *et al.* (1976) observaram que as gemas laterais de plantas de rosa também diferem em sua capacidade de crescimento, dependendo de sua posição no caule. As gemas localizadas na região mais basal são mais inibidas. Os autores observaram que o gradiente de inibição não estava relacionado com a idade das gemas ou com o comprimento do segmento do caule situado acima destas. Em outro trabalho, foi observado que poderia haver a participação de inibidores no processo, um dos quais poderia ser auxina, vinda da região apical, juntamente com outro inibidor específico, provavelmente ácido abscísico (ABA), já que foi encontrado um acúmulo de ABA na região mais basal do caule de plantas de rosa, onde as gemas são mais inibidas (ZIESLIN *et al.*, 1978). Por outro lado, esses fatores endógenos envolvidos na inibição de gemas afetariam o crescimento de gemas nos seus primeiros estádios de desenvolvimento, pois ZAMSKI *et al.* (1985) mostraram diferenças morfológicas e anatômicas entre as gemas ao longo do caule de plantas de rosa.

Nos experimentos realizados neste trabalho, os ramos axilares basais em desenvolvimento inibiram o crescimento, em altura, do eixo principal. Este efeito inibidor foi observado depois de 51 dias

de idade das plantas, sendo independente da idade em que a remoção das gemas axilares basais foi feita: se logo após o seu aparecimento ou quando as gemas já apresentavam um entrenó alongado e apenas a região apical foi removida (FIGURA 2 e TABELA 1). Por outro lado, parece que os ramos axilares dos cotilédones são os mais importantes na correlação de crescimento entre os ramos axilares basais e o eixo principal, uma vez que a altura do eixo principal não foi afetada quando se fez a remoção das axilares das folhas 1 e 2, mas deixaram-se as axilares dos cotilédones intactas (III.1.1.).

A auxina (AIA) colocada em substituição ao ápice das axilares basais, não reverteu o efeito da remoção dessas gemas no crescimento do eixo principal (TABELA 15). Parece portanto, que a influência inibidora dos ramos axilares basais sobre o crescimento do eixo principal não se manifesta pela presença da auxina nesses ramos.

O ápice principal parece não ter influência sobre o número de gemas axilares basais iniciadas (III.1.2.a.), entretanto, plantas com o ápice principal removido, apresentaram maior crescimento dos ramos axilares basais (FIGURA 3 e TABELA 2). Este efeito promotor da remoção do ápice manifestou-se independentemente da idade das plantas e do número de folhas mantido no eixo principal quando a remoção foi feita.

Quando AIA foi aplicado em substituição ao ápice principal somente foi observado um efeito inibidor no crescimento de gemas axilares basais, quando o tratamento foi feito em plantas com 10 dias de idade. Nestas plantas, apenas os cotilédones e as duas primeiras folhas estavam distendidas, e as gemas axilares basais dos cotilédones



estavam visíveis apenas como pequenos pontos. Essa inibição não se manteve por um longo período, no crescimento posterior das gemas basais. Deste modo, a auxina produzida no ápice principal parece estar envolvida apenas na inibição inicial do crescimento de gemas axilares basais.

Os resultados deste trabalho sugerem que após ter ocorrido um certo crescimento inicial das axilares basais, a auxina pode estar pouco envolvida na relação ápice principal-axilares basais e o processo correlativo deve ocorrer principalmente pelo desvio de nutrientes. Na falta do ápice principal, as axilares basais crescem mais, talvez por terem mais nutrientes disponíveis os quais antes iriam para o ápice em desenvolvimento. Talvez pela mesma razão, as plantas apresentam maior altura quando as axilares basais, principalmente as axilares dos cotilédones, são removidas. McINTYRE (1975) observou que em plantas de linho, as gemas do nó cotiledonar são fortemente inibidas quando o nível de nitrogênio é baixo e apresentam desenvolvimento em ramos com o aumento do nível de nitrogênio.

Além do envolvimento da distribuição de nutrientes na correlação de crescimento entre ápice principal-axilares basais, deve haver a participação de outros hormônios cujo nível na planta pode estar sendo modificado pela remoção de folhas jovens junto com o ápice principal. TUCKER & MANSFIELD (1973) verificaram que em *Xanthium*, gibberelina parece não ter um papel na dominância apical, mas pode ser importante para o alongamento da gema após a sua liberação. SHARIF & DALE (1980b) verificaram que em cevada, AIA e GA3 exógenos não promoveram a liberação de gemas axilares, porém aumentaram o crescimento de gemas

liberadas.

As gemas axilares localizadas nas axilas das folhas 3 a 12, encontram-se sob forte inibição correlativa. Em praticamente todos os experimentos realizados, o número de plantas com gemas visíveis nessa região foi pequeno e mesmo nestas plantas, poucas gemas eram liberadas da inibição. Após certos tratamentos, pode-se observar uma tendência para a liberação de gemas nesta região; infelizmente, estes resultados nunca puderam ser analisados estatisticamente em virtude do pequeno número de gemas presentes por planta e do pequeno número de plantas com gemas nessa região, dentro do mesmo tratamento.

A remoção do ápice principal teve um efeito positivo na liberação de gemas axilares nesta região superior, abaixo da folha 12, quando foi feita mantendo-se as 12 folhas no eixo principal (TABELAS 3 e 4). A remoção do ápice logo acima da folha 6 ou 10 não promoveu o número de gemas visíveis a olho nu, nem a porcentagem de plantas com gemas, entretanto, observou-se que essas gemas estavam presentes antes em plantas sem ápice do que em plantas intactas (TABELAS 3 e 4). A remoção do ápice principal deixando-se 24 folhas no eixo levou ao desenvolvimento de gemas acima da folha 12 (TABELA 5) e talvez por este motivo, não aumentou o número de gemas axilares na região mais abaixo (TABELAS 3 e 4).

Por outro lado, a remoção de gemas axilares basais não promoveu a iniciação de gemas axilares superiores abaixo da folha 12, considerando-se o número médio de gemas por planta (TABELA 3) ou a porcentagem de plantas que apresentavam estas gemas no tratamento (TABELA 4). Entretanto, a sua presença em plantas de linho deve ter algum

efeito inibidor na iniciação de gemas superiores localizadas abaixo da folha 12, pois o aparecimento dessas gemas foi maior em plantas onde as axilares basais foram removidas ao mesmo tempo em que se fez a remoção do ápice principal (TABELAS 3 e 4).

Essa tendência à inibição das gemas axilares superiores pela presença do ápice principal ou de gemas axilares basais deve envolver a presença de auxina produzida no ápice dessas partes da planta em crescimento, uma vez que AIA utilizado em substituição ao ápice removido levou a uma redução número de gemas superiores visíveis, no número de plantas com gemas e também a um atraso no aparecimento dessas gemas (TABELA 13 e 14).

A forte inibição das axilares das folhas 3 a 12 parece então, ser devida à influência não só do ápice principal, mas também dos ramos axilares basais e até das axilares superiores localizadas acima da folha 12. A auxina provavelmente está envolvida no processo.

O desenvolvimento das gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 também parece estar sob influência do ápice principal. Com a sua remoção, pode-se verificar que a porcentagem de plantas com gemas e a velocidade de aparecimento destas gemas foi maior do que em plantas que permaneceram intactas (TABELA 6). Além disso, no experimento em que um maior número de folhas foi mantido no eixo principal (24 folhas), ocorreu uma promoção também no número médio de gemas presentes nesta região (TABELA 5).

Esta influência do ápice principal sobre as gemas axilares superiores deve envolver a participação da auxina apical, pois quando AIA foi aplicado na região apical de plantas intactas, observou-se

uma inibição tanto no número de gemas, quanto na porcentagem de plantas com gemas nesta região (TABELA 17). Além disso, o AIA inibiu significativamente o crescimento posterior destas gemas (III.2.3.b.).

O crescimento dos ramos axilares basais também interfere, inibindo, o aparecimento de gemas axilares superiores acima da folha 12. O tratamento com axilares basais removidas apresentou maior número de plantas com gemas (TABELA 9) e maior número de gemas por planta (TABELA 7), além de apresentar maior crescimento das gemas superiores, independentemente da idade da planta quando a remoção foi feita (TABELA 10).

Pode-se verificar ainda, que o maior efeito inibidor é exercido pelos ramos axilares dos cotilédones, pois quando somente as axilares basais das folhas 1 e 2 foram removidas, ocorreu um aumento na porcentagem de plantas com gemas superiores, mas não se encontrou diferença significativa no número de gemas presentes (TABELA 8) nem no seu crescimento posterior (III.1.4.b.).

A auxina produzida no ápice dos ramos axilares basais parece estar envolvida no processo: quando uma pasta de lanolina com AIA foi usada em substituição aos ápices das axilares basais removidos, o número (TABELA 16) e o crescimento posterior (III.2.2.3.b.) de gemas superiores foram menores do que quando somente se removeu a parte apical das gemas basais e aplicou-se lanolina pura na região cortada.

O modo como a auxina presente no ápice dos ramos axilares basais agiria, reduzindo o número e inibindo a liberação de gemas axilares superiores, poderia ser de maneira indireta, através do desvio de nutrientes para a região de mais alta concentração, o ápice das

axilares basais. HALL & HILLMAN (1975) mostraram que em feijão, a aplicação de AIA no caule decapitado, impede que assimilados da folha primária sejam transportados para as gemas axilares que são então inibidas. Em *Marsilea drummondii*, CHENOU et al. (1982) observaram que moléculas marcadas de sacarose tinham o seu transporte orientado para a região apical tratada com AIA ou 2,4-D. No caso das gemas axilares basais de plantas de linho, as quais se desenvolvem precocemente e apresentam crescimento vigoroso, é possível que grande parte dos nutrientes disponíveis para a planta toda sejam desviados para a região apical dessas gemas, em crescimento. As gemas axilares superiores então, estariam normalmente sob a inibição dos ramos axilares basais e poderiam apresentar maior crescimento quando estes não estivessem presentes.

Uma outra teoria que tenta explicar o papel do ápice principal das plantas na inibição correlativa de gemas, relaciona a auxina do ápice com a citocinina produzida nas raízes. É possível que a auxina apical direcione para o ápice o transporte de citocininas provenientes das raízes e atue na dominância apical de maneira indireta. Assim, a translocação de benzil-<sup>14</sup>C-adenina (<sup>14</sup>C-BA) das raízes para o caule foi estudada em relação à liberação de gemas laterais da inibição induzida pelo ápice em plantas de ervilha (PROCHÁZKA, 1981). Em plantas intactas ou decapitadas e tratadas com AIA, o acúmulo de <sup>14</sup>C-BA foi encontrado na região apical, enquanto nas plantas decapitadas, o autor verificou a liberação de gemas laterais e o aumento de citocininas nessas gemas. Os mesmos resultados foram obtidos por MORRIS & WINFIELD (1972), utilizando cinetina em plantas de ervilha.

Pode-se supor que, em plantas de linho, a inibição causada pela auxina do ápice das gemas axilares basais envolva, além do desvio de nutrientes, o desvio de citocininas para o ápice dessas gemas, fazendo com que pouca citocinina fique disponível para as gemas axilares mais superiores.

O ácido 2,3,5-triodobenzóico (TIBA) é conhecido como uma fraca auxina (GOLDSMITH, 1969) e tem sido utilizado em experimentos que envolvem o transporte de auxina, devido à sua característica de inibir o transporte desse hormônio. O envolvimento da auxina produzida pela região apical de plantas de linho na inibição correlativa de gemas axilares, além de ter sido verificado através de aplicação exógena de AIA, foi estudado também através da utilização do TIBA, aplicado no eixo principal de plantas intactas.

Nos primeiros experimentos, TIBA foi aplicado, dissolvido em lanolina, na concentração de 0,5% e induziu uma série de anomalias que serão discutidas abaixo. Em experimentos posteriores, utilizando TIBA na concentração de 0,25%, apenas algumas plantas mostraram estas anomalias e a influência de AIA apical pode ser estudada.

Observou-se que após o tratamento com TIBA na concentração de 0,5%, as plantas de linho apresentavam o caule curvado, com as folhas do ápice mostrando enrolamento das margens e menores do que o usual. Um dos efeitos causados pela auxina em folhas de várias plantas é a resposta nástica. As lâminas de folhas primárias de feijão, quando tratadas com AIA desenvolveram uma curvatura hiponástica dentro de poucas horas (LIPPINCOT & LIPPINCOT, 1971). YEANG & HILLMAN (1981), verificaram que TIBA aplicado a plantas de feijão provocou alterações

no crescimento, inibindo o alongamento do caule acima do ponto de aplicação. Somente as folhas jovens foram significativamente afetadas, mostrando-se curvadas e com dobramento dos folíolos com enrolamento em suas margens. Em algumas plantas, os entrenós mostraram uma perda do controle geotrópico normal, tendo o desenvolvimento posterior da gema apical sido limitado.

Um outro efeito observado após aplicação do TIBA em plantas de linho, foi o aparecimento de folhas unidas, algumas chegando até a formar um "tubo" que envolvia o ápice. DALE & PEREIRA (1979), trabalhando com plantas de feijão, mostraram que a auxina sintética 2,4-D também causou modificações no ápice das plantas, em estádios iniciais de desenvolvimento de folhas. As folhas desenvolveram formas aberrantes e, na posição da primeira folha trifoliolada ocorreu sempre a formação de uma folha inteira. As alterações de crescimento em plantas tratadas com TIBA foram inicialmente relatadas por GORTER (1949; 1951) em tomateiros. Em seus experimentos, plantas tratadas com TIBA deram origem a uma anormalidade chamada "fasciação em anel", que é caracterizada por um crescimento de folhas soldadas em forma de anel que envolve o ápice. DOSTAL (1967) também havia observado que plantas de linho onde se fez a aplicação de TIBA 0,5% apresentavam fusão de folhas jovens, levando à formação de estruturas em forma de anel.

A literatura sobre dominância apical coloca em destaque o papel da auxina produzida apicalmente, inibindo o desenvolvimento das gemas axilares. Os experimentos realizados com linho neste trabalho e já discutidos até aqui, mostraram que, nesta espécie, o ápice principal exerce um efeito correlativo inibidor sobre o desenvolvimento das

gemas axilares superiores; que o efeito inibidor do ápice principal pode ser substituído por auxina e que um aumento no nível de auxina na região apical reforça o efeito do ápice. Estas evidências levam à suposição de que o nível de auxina no eixo principal deva determinar o grau de inibição das gemas axilares superiores.

Em *Xanthium*, TUCKER & MANSFIELD (1973) observaram que os níveis de auxina nos entrenós de plantas sujeitas à inibição correlativa eram três vezes mais alto do que aqueles de plantas com gemas em crescimento.

Pode-se levantar a hipótese de que, em linho, a auxina produzida na região apical, seria transportada basipetamente, passando pela região mais superior e acumulando-se na região mais basal, entre as folhas 3 a 12. Deste modo, o alto nível de auxina na região do eixo principal compreendida entre as folhas 3 a 12, determinaria a inibição das gemas axilares desta região e o nível mais baixo de auxina acima da folha 12, determinaria um certo crescimento dessas gemas.

Esta hipótese foi testada através dos experimentos onde houve a aplicação de TIBA no entrenó acima da folha 12, isto é, no eixo principal de plantas de linho entre as duas regiões superiores que apresentam diferentes níveis de inibição. Com a aplicação de TIBA, as gemas axilares localizadas abaixo da folha 12, isto é, na região de maior inibição, tiveram a sua iniciação promovida: pode-se observar uma promoção no número médio de gemas por planta (TABELA 18) e de plantas que apresentavam gemas (TABELA 19). Acima da folha 12, onde aparecem gemas em plantas intactas, a aplicação do TIBA fez com que menor número de gemas estivesse presente (TABELA 20) e, em pelo menos



um experimento, menor número de plantas apresentassem gemas nessa região (TABELA 21, EXP. 2).

Assim, quando TIBA foi aplicado logo acima da folha 12, deve ter impedido o transporte basípeto da auxina de origem apical, causando, abaixo do ponto de aplicação, uma redução no nível de auxina e consequentemente as gemas axilares dessa região ficaram menos inibidas. Por outro lado, o anel de TIBA, bloqueando o transporte de auxina, pode ter causado o acúmulo desse hormônio acima do ponto de aplicação. As gemas localizadas nessa região mais superior, foram então inibidas pelo elevado nível de auxina.

Outro experimento com TIBA também apoia esta idéia. Em relação às gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12, a remoção das gemas axilares basais teve um efeito promotor no número médio (TABELA 7) e no crescimento (TABELA 10) dessas gemas superiores. A aplicação de TIBA no eixo principal de plantas onde as axilares basais foram removidas inverteu este efeito e tanto o número (TABELA 23) quanto o crescimento posterior (III.6.2.b.) das gemas superiores foram reduzidos. Em relação às gemas axilares localizadas abaixo da folha 12, a remoção das axilares basais não afetou a sua iniciação (TABELA 3) e, quando TIBA foi aplicado no eixo principal de plantas sem axilares basais, observou-se um pequeno efeito promotor no número de plantas com gemas (TABELA 22).

A remoção do ápice principal logo acima da folha 24, promoveu o aparecimento de gemas axilares superiores na região acima da folha 12 (TABELAS 5 e 6, EXP. 2), porém não teve qualquer efeito no aparecimento de gemas abaixo da folha 12 (TABELA 3 e 4, EXP. 5). De acor-

do com a hipótese levantada acima, isto ocorreria porque a inibição das gemas acima da folha 12 seria mantida por um contínuo suprimento de auxina vinda do ápice e a inibição das gemas abaixo da folha 12, por um alto nível de auxina, também de origem apical, acumulado acima da região cotiledonar até a folha 12. Com a remoção do ápice, o nível de auxina cairia acima da folha 12, levando ao aparecimento das gemas, porém não diminuiria na região abaixo da folha 12, mantendo a inibição. A aplicação de um anel de lanolina contendo TIBA acima da folha 12, impedindo o transporte basípeto da auxina, provavelmente levou a um aumento no nível de auxina acima do local de aplicação, o que reduz, embora de maneira não muito marcante, o aparecimento de gemas na região (TABELAS 20 e 21).

Com o intuito de comprovar mais uma vez a relação entre nível de auxina no eixo principal e inibição ou crescimento de gemas axilares, foi realizado um novo experimento que envolveu tratamentos com TIBA e decapitação. Uma redução significativa no aparecimento de axilares acima da folha 12, pelo tratamento com TIBA foi conseguida em plantas decapitadas após uma semana do tratamento, tempo este, provavelmente suficiente para aumentar o nível de auxina acima da folha 12 nas plantas tratadas com TIBA (TABELA 24).

Mudanças nos níveis de auxina no eixo principal foram também conseguidas por outros autores. EVERAT-BOURBOULOUX (1981) utilizando um método de resfriamento local do caule de *Vicia faba*, observou que esta barreira térmica parava o transporte de AIA exógeno vindo do ápice e causava um acúmulo da substância acima da região resfriada. A autora observou também que, com esse sistema, as gemas axilares locali-

zadas abaixo do tratamento foram liberadas da dominância apical.

FALMER et al. (1981) verificaram um acúmulo de citocinina nas folhas primárias de plantas de feijão após decapitação e remoção de gemas axilares. Esse acúmulo não ocorreu em folhas de plantas intactas ou em folhas de plantas que foram decapitadas, mas permaneceram com gemas. CARMI & VAN STADEN (1983), também trabalhando com plantas de feijão, investigaram o papel das raízes no aumento do conteúdo de citocinina e crescimento de folhas. Com a remoção do ápice e de parte das folhas, houve um acúmulo de citocinina endógena nas folhas remanescentes. Entretanto, os autores verificaram um baixo nível de citocinina nas folhas de plantas decapitadas e com parte do sistema radicular removido. Esses trabalhos sugerem que, em feijão, as gemas axilares são sítios consumidores de citocinina e que esta provavelmente tenha transporte acrópeto, da raiz em direção ao caule.

Os resultados de DUA & DRURIA (1980), com soja, mostraram que um aumento no nível de citocinina endógena precede a liberação de gemas axilares e que esta liberação pode acontecer por uma aplicação exógena de cinetina.

Outro ponto abordado no presente trabalho, foi o envolvimento de citocinina no processo de dominância apical em plantas de linho; foram feitas aplicações de benziladenina (BA) em duas regiões do eixo principal: abaixo ou acima dos cotilédones.

Em relação às gemas axilares localizadas abaixo da folha 12, pode-se observar que, das três concentrações de BA utilizadas, 1,0 mM, quando aplicada acima dos cotilédones, foi a mais efetiva na liberação de gemas. Esse efeito foi observado principalmente no sentido de que

as plantas tratadas com BA apresentavam gemas axilares precocemente em relação às plantas controle. Quando BA 1,0 mM foi aplicada abaixo dos cotilédones, não se observou um aumento no número de gemas iniciadas (TABELAS 28 e 29). A aplicação de BA 1,0 mM localmente, em cada axila das folhas 3 a 12, não teve efeito no número de gemas dessa região (TABELA 33).

Observando-se a iniciação de gemas axilares superiores acima da folha 12, pode-se verificar que a citocinina exógena teve um efeito promotor: maior número de gemas axilares foi encontrado em plantas tratadas com BA na concentração de 1,0 mM ou 10 mM. Também no caso das gemas axilares dessa região, esse efeito promotor somente foi observado quando BA foi aplicada acima dos cotilédones (TABELA 30). Pode-se verificar ainda, que a aplicação de BA na axila das folhas da região mais abaixo, entre as folhas 3 a 12, levou a uma promoção do número de plantas com gemas axilares na região acima da folha 12 e também a um maior crescimento dessas gemas (TABELA 33); talvez, por esse motivo, as gemas axilares da região superior mais abaixo não tenham sido influenciadas.

Nos experimentos realizados com a aplicação de BA abaixo ou acima da região dos cotilédones, pode-se observar um aspecto interessante: BA só teve efeito promotor na liberação de gemas axilares superiores quando aplicada acima da região cotiledonar. Quando a aplicação de BA foi feita abaixo dessa região, parece que ela não foi transportada apicalmente. Pode-se supor então, que a região dos cotilédones ofereça uma barreira para a sua translocação para o eixo principal, sendo uma região importante na determinação dos níveis de citocinina,

proveniente da raiz, presente nas diferentes regiões de plantas de linho.

Os resultados dos experimentos onde se observou a iniciação de gemas hipocotiledonares apoiam a idéia sugerida acima. A TABELA 11 mostra que a remoção do eixo principal logo acima dos cotilédones porém sem a remoção de gemas axilares basais, não levou à iniciação de gemas no hipocótilo. Entretanto, quando as gemas axilares basais foram removidas, observou-se uma promoção significativa na iniciação de gemas hipocotiledonares. Promoção também foi observada quando se fez a remoção do eixo principal abaixo dos cotilédones. Por outro lado, esse efeito foi acentuado com a remoção do eixo principal acima dos cotilédones ao mesmo tempo em que as gemas axilares basais foram removidas, mantendo-se a região cotiledonar.

Nos tratamentos de aplicação de BA 1,0 mM em plantas intatas, essas gemas hipocotiledonares também apareceram quando a citocinina foi aplicada exógenamente na região abaixo dos cotilédones (TABELA 32). TAN *et al.* 1979, apud SEBANEK *et al.*, 1980) também mostraram que, em linho, a aplicação de BA em lanolina, estimulou o crescimento dessas gemas enquanto SEBANEK *et al.* (1980) verificaram um aumento de citocinina no hipocótilo após 3 horas da decapitação. Portanto, a alta concentração de citocinina abaixo dos cotilédones parece induzir a diferenciação de gemas no hipocótilo.

A aplicação de BA acima dos cotilédones na concentração de 10 mM também resultou em uma certa promoção na iniciação de gemas hipocotiledonares (TABELA 32); talvez neste caso, a citocinina exógena, aplicada constantemente nessa alta concentração, manteria um alto

nível do hormônio na região mais abaixo, o que acarretaria na iniciação de gemas.

O efeito promotor da remoção de gemas axilares basais na iniciação de gemas hipocotiledonares, provavelmente se deva ao fato de que as gemas basais são sítios de alto escoamento e consumo de citocininas.

Observou-se ainda, que a remoção de todo o eixo principal, mantendo-se apenas o hipocótilo, levou ao aparecimento de gemas na região, porém menos acentuadamente do que quando a região cotiledonar foi mantida após a remoção do eixo principal e das axilares basais. Esse efeito poderia ser explicado pelo fato da região dos cotilédones, bloqueando o transporte de citocinina, manteria um nível elevado dessa substância de crescimento na região do hipocótilo. Quando o eixo principal foi removido abaixo dos cotilédones, parte da citocinina poderia estar sendo perdida, talvez por exudação, e não estaria influenciando tanto a iniciação de gemas adventícias no hipocótilo.

Este trabalho mostrou um importante envolvimento de auxina e citocinina no controle do desenvolvimento de gemas axilares em linho. A diversidade no padrão de desenvolvimento das três classes de gemas axilares presentes em plantas vegetativas de linho, assim como a iniciação de gemas no hipocótilo, parece estar associada aos diferentes níveis de auxina e citocinina disponíveis nas diferentes regiões da planta.

Neste trabalho, foram encontrados indícios de que a região dos cotilédones oferece uma barreira ao transporte da auxina apical em direção ao sistema radicular, assim como para o transporte acrópeto

para o eixo principal de citocinina proveniente das raízes. Pode-se sugerir que esta região seja a responsável pelo interessante padrão de dominância apical encontrado em linho.

As gemas axilares basais estão sob inibição correlativa provocada por auxina apical apenas em estádios iniciais de seu desenvolvimento. Mais tarde, o desenvolvimento delas é vigoroso e não é afetado por níveis de auxina presentes no eixo principal. Por outro lado, a região cotiledonar parece não limitar o transporte de citocininas radiculares em direção a estas axilares, uma vez que sua remoção intensificou a iniciação de gemas hipocotiledonares.

As gemas axilares localizadas logo acima da região dos cotilédones, entre a folha 3 e a folha 12, estão sob forte inibição correlativa e sofrem influências inibitórias das outras partes da planta que estiverem em crescimento. Dentre todas as tentativas de provocar a liberação de gemas dessa região, o melhor resultado foi obtido com a remoção do ápice principal, exatamente acima da folha 12, ou melhor ainda, com a remoção do ápice principal e de gemas axilares basais simultaneamente. Com esse tratamento, foi removido o ápice, o qual constantemente estaria enviando a auxina que, acumulando-se na região acima dos cotilédones, seria responsável pela inibição dessas axilares. Por outro lado, outros sítios consumidores de nutrientes e/ou citocininas disponíveis para a planta, as axilares superiores localizadas acima da folha 12 e as axilares basais, que apresentam crescimento em plantas intactas, não estavam mais presentes e as gemas axilares da região entre as folhas 3 a 12 ficaram menos inibidas.

A aplicação de TIBA logo acima da folha 12, foi menos efetiva, porém, também resultou no aparecimento de gemas na região de maior inibição, corroborando a idéia do envolvimento da auxina apical na inibição correlativa, pois o anel de TIBA em plantas intactas, além de diminuir o nível de auxina na região de maior inibição, aumentaria o nível de auxina na região mais acima, inibindo o aparecimento das gemas superiores acima da folha 12.

As gemas axilares superiores localizadas acima da folha 12 estão sujeitas a uma inibição correlativa mais fraca, podendo ser liberadas em plantas intactas. Entretanto, a auxina apical exerce influência inibitória sobre essas gemas e a remoção do ápice principal levou a uma maior liberação dessas gemas. Do mesmo modo, o acúmulo de auxina nessa região, provocada pela aplicação de TIBA, teve efeito inibidor sobre essas gemas, mesmo quando a remoção do ápice e portanto da fonte de auxina, foi feita posteriormente.

Os ramos axilares basais em crescimento, talvez por consumirem grande parte de nutrientes e/ou citocininas disponíveis, também exercem influência inibitória sobre as gemas axilares localizadas acima da folha 12.

A região superior do eixo principal de plantas de linho, abaixo ou acima da folha 12, além de sofrer influências inibitórias devido aos níveis de auxina presentes nessa região, parece ainda sofrer influências inibitórias pela falta de citocinina produzida nas raízes e que parece não ser translocada para a região superior do eixo principal, devido à presença da região cotiledonar.



## V. RESUMO.

Plantas de *Linum usitatissimum*, ~~usitatissimum~~ (linho) apresentam o eixo principal alongado e diferentes padrões de crescimento de gemas axilares: no nó cotiledonar, as gemas dos cotilédones e das folhas 1 e 2 (gemas axilares basais), se desenvolvem em ramos; acima dessa região, da folha 3 até a folha 12, as gemas estão sob forte inibição; mais acima, depois da folha 12, a inibição é mais fraca e mesmo em plantas intactas, essas gemas aparecem, porém apresentam pouco crescimento. No hipocótulo das plantas de linho, pode haver a diferenciação de gemas adventícias que geralmente não se desenvolvem.

Em vários estudos realizados sobre dominância apical, ou seja, a inibição de crescimento de gemas axilares exercida pela gema apical, é relatado o envolvimento de auxina e citocinina no processo correlativo.

Este trabalho estudou o controle do desenvolvimento de gemas e ramos axilares e hipocotiledonares de linho, através de experimentos envolvendo a remoção de órgãos e tratamentos com auxina, TIBA e citocinina.

Nos primeiros estádios de seu desenvolvimento, as axilares basais sofrem influências inibitórias da auxina apical. Mais tarde, esses ramos apresentam crescimento vigoroso e não são afetadas pela presença do ápice ou por sua substituição por auxina.

As gemas axilares localizadas abaixo da folha 12, sofre influências inibitórias da auxina apical e de outras partes da planta em crescimento: as axilares basais e axilares localizadas acima da folha 12.

Do mesmo modo, as axilares superiores localizadas acima da folha 12, apesar de estarem sob uma inibição mais fraca, também estão sujeitas a uma inibição provocada pela auxina apical e ramos axilares basais em desenvolvimento.

A remoção das axilares basais ou de parte do eixo principal levou à iniciação de gemas na região do hipocótilo. Essa iniciação também foi provocada pela aplicação de benziladenina (BA), sendo o tratamento com BA mais efetivo quando feito abaixo da região cotiledonar.

BA aplicada no eixo principal de plantas intactas, promoveu o aparecimento de gemas axilares na região superior, menos inibida, do eixo principal. Entretanto, essa promoção só ocorreu quando BA foi aplicada acima da região dos cotilédones.

Os resultados são discutidos em relação à hipótese de que os diferentes padrões de desenvolvimento de gemas laterais em plantas de linho ocorrem devido aos diferentes níveis de auxina e citocinina presentes no eixo principal, considerando-se o ápice principal e o sistema radicular como principais fontes de auxina e citocinina endógena respectivamente, e a região cotiledonar uma barreira para o transporte dessas substâncias de crescimento.

VI. LITERATURA CITADA

- BOURBOULOUX, A. & BONNEMAIN, J.L. 1979. The different components of the movement and the areas of retention of labelled molecules after application of [ $^3$ H]-IAA to the apical bud of *Vicia faba* L. Physiol. Plant. 47: 260-8.
- BROWN, B.T., JOHANSEN, O. & SASSE, W.H.F. 1972. New inhibitors of auxin transport. Experientia 28: 1290-1.
- BROWN, B.T., FOSTER, C., PHILLIPS, J.N. & RATTIGAN, B.M. 1979. The indirect role of 2,4-D in the maintenance of apical dominance in decapitated sunflower seedlings (*Helianthus annuus* L.). Planta 144: 473-80.
- CARMI, A. & VAN STADEN, J. 1983. Role of roots in regulating the growth rate and cytokinin content in leaves. Plant Physiol. 73: 76-8.
- CHENOU, E., FONTAINE, G. & LEFEBVRE, M.F. 1982. Hormonal control of  $^{14}$ C sucrose transport and apical dominance in *Marsilea drummondii*. Physiol. Veg. 20: 585-600.
- COUDOT-GASTELIER, J. 1978. étude de quelques modalités de la croissance des bourgeons axillaires de la fève *Vicia faba* L. libérés de la contrainte apicale. Z. Pflanzenphysiol. 89: 189-206.
- COUDOT-GASTELIER, J. 1979. Activité mitotique et croissance des bourgeons axillaires provoquées par la décapitation de jeunes plants de fève (*Vicia faba*). Can. J. Bot. 57: 2478-88.

- DALE, J.E. & PEREIRA, M. F. A. 1979. Growth regulators and leaf development in *Phaseolus vulgaris* L.. Rev. Bras. Bot. 2: 77-86.
- DESBIEZ, M.O. 1968. Influence de la variété et de l'âge des plantules sur les corrélations entre cotylédons et bourgeons cotylédonaires chez *Linum usitatissimum* L.. C.R. Acad. Sc. Paris t. 267: 1035-8.
- DESBIEZ, M.O. 1969. Influence de l'acide gibbérélique sur les corrélations entre cotylédons et bourgeons chez *Linum usitatissimum* L.. C.R. Acad. Sc. Paris t. 269: 1959-62.
- DESBIEZ, M.O. 1970. Cinétique comparée de l'influence de l'acide gibbérélique et du système racinaire sur les corrélations entre le cotylédon et son bourgeon axillaire chez *Linum usitatissimum* L.. C.R. Acad. Sc. Paris t. 270: 1792-5.
- DOSTAL, R. 1967. On Integration In Plants. Harvard University Press, Cambridge, 218 p..
- DUA, I.S. & DHURIA, H.S. 1980. Role of cytokinins during apical dominance release by morphactin in *Glycine max* L.. Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.) 89: 375-9.
- EL-KADY, M., ZAYED, E., HASSAN, M. & ELASHKAR, S. 1982. Effect of some syntetic growth regulators on endogenous phytohormones in relation to apical dominance of *Coffea arabica* .. Angew. Bot. 54: 343-8.
- EVERAT-BOURBOULOUX, A. 1981. Effect of local cooling of the stem on exogenous IAA transport from the apical bud and on the growth rate of axillary buds. Physiol. Plant. 53: 1-8.

- EVERAT-BOURBOULOUX, A. & BONNEMAIN, J.L. 1980. Distribution of labelled auxin and derivatives in the stem tissues of intact and decapitated broad-bean plants in relation to apical dominance. Physiol. Plant. 50: 145-52.
- FERREIRA FILHO, J.C. 1952. Cultura do linho (*Linum usitatissimum* L.). Agronomia 11: 5-21.
- FLETCHER, G.M. & DALE, J.E. 1974. Growth of tiller buds in barley: effects of shade treatment and mineral nutrition. Ann. Bot. 38: 63-76.
- GOLDSMITH, M.H.M. 1969. Transport of plant growth regulators. In M.B. Wilkins (ed.), The Physiology of Plant Growth and Development, McGraw-Hill, London, pp. 127-62.
- GORTER, Chr<sup>e</sup>. J. 1949. The influence of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growing points of tomatoes. Proc. Acad. Sci. Amst. 52: 1185-93.
- GORTER, Chr<sup>e</sup>. J. 1951. The influence of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growing points of tomatoes. II. The initiation of ringfasciations. Proc. Acad. Sci. Amst. 54c: 181-7.
- GREGORY, F.G. & VEALE, J.A. 1957. A reassessment of the problem of apical dominance. Symp. Soc. Exp. Biol. 11: 1-20.
- HALL, S.M. & HILLMAN, J.R. 1975. Correlative inhibition of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L.. Timing of bud growth following decapitation. Planta 123: 137-48.
- HILLMAN, J.R. 1984. Apical dominance. In M.B. Wilkins (ed.), Advanced Plant Physiology, Pitman Press, London, pp. 127-48.

- KASPERBAUER, M.J. 1971. Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. Plant Physiol. 47: 775-8.
- KHAFAGA, E.R. 1982. Modification of the branching system of cotton (*Gossypium* L. spp) for yield improvement. III. Effect of benzyladenine (BA) on the release of axillary buds from inhibition in cotton plants. Angew. Bot. 56: 355-63.
- KNOX, J.P. & WAREING, P.F. 1984. Apical dominance in *Phaseolus vulgaris* L., The possible roles of abscisic acid and indole-3-acetic acid. J. Exp. Bot. 35: 239-44.
- LETHAM, D.S. & PALNI, L.M.S. 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. Annu. Rev. Plant Physiol. 34: 163-97.
- LIPPINCOT, B.B. & LIPPINCOT, J.A. 1971. Auxin-induced hyponasty of the leaf blade of *Phaseolus vulgaris*. Am. J. Bot. 58: 817-26.
- MARCHUK, W.N. & RAJU, M.V.S. 1978. Some anatomical changes in the cotyledonary node in relation to correlative inhibition of the lateral shoot growth in flax. Bot. Gaz. 139: 69-80.
- MCDUGALL, J. & HILLMAN, J.R. 1978. Purification of IAA from shoot tissues of *Phaseolus vulgaris* and its analysis by GC-MS. J. Exp. Bot. 29: 375-86.
- MCINTYRE, G.I. 1973. Environmental control of apical dominance in *Phaseolus vulgaris*. Can. J. Bot. 51: 293-9.
- MCINTYRE, G.I. 1975. The correlative inhibition of bud and shoot growth in flax (*Linum usitatissimum*). Some factors affecting the pattern and degree of inhibition. Can. J. Bot. 53: 390-402.

- McINTYRE, G.M. & LARMOUR, J.D. 1974. The correlative inhibition of bud and shoot growth in flax. Anatomical changes associated with the release of lateral buds from inhibition. Can. J. Bot. 52: 2269-75.
- MEDINA, J.C. 1959. Plantas Fibrosas da Flora Mundial. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 913 p..
- MICHENER, H.D. 1942. Dormancy and apical dominance in potato tubers. Am. J. Bot. 29: 558-62.
- MIGINIAC, E. 1971. Influence des racines sur le développement végétatif ou floral des bourgeons cotyledonaires chez le *Scrofularia arguta*: role possible des cytokinines. Physiol. Plant. 25: 234-9.
- MIKITYUK, O.D., MAKEEV, A.M., MAKOVEICHUK, A. Yu. & CHKANIKOV, D.I. 1982. Mechanisms of apical dominance. Soviet Plant Physiol. 29: 910-14.
- MORRIS, D.A. & WINFIELD, P.J. 1972. Kinetin transport to axillary buds of dwarf pea (*Pisum sativum* L.). J. Exp. Bot. 23: 346-55.
- MUROFUSHI, N., INOUE, A., WATANABE, N., OTA, Y. & TAKAHASHI, N. 1983. Identification of cytokinins in root exudate of the rice plant. Plant Cell Physiol. 24: 87-92.
- NABAO, M.A. & RUBINSTEIN, B. 1976. Early events associated with lateral bud growth of *Pisum sativum* L.. Bot. Gaz. 137: 9-44.

- NOUGAREDE, A., REMBOUR, J. & RONDET, P. 1981. Reactivation du bourgeon cotyledonaire du pois en reponse a la kinetine. Can. J. Bot. 59: 590-3.
- PALMER, M.V., HORGAN, R. & WAREING, P.F. 1981. Cytokinins metabolism in *Pisum sativum* L., I. Variations in cytokinins levels in leaves of decapitated plants in relation to lateral bud outgrowth. J. Exp. Bot. 32: 1231-41.
- PANIGRAHI, B.M. & AUDUS, L. 1966. Apical dominance in *Vicia faba*. Ann. Bot. 30: 457-73.
- PETERSON, C.A. & FLETCHER, R.A. 1973. Apical dominance is not due to a lack of functional xylem and phloem in inhibited buds. J. Exp. Bot. 24: 97-103.
- PETERSON, C.A. & FLETCHER, R.A. 1973. Lateral bud growth on excised stem segments: effect of the stem. Can. J. Bot. 53: 243-8.
- PHILLIPS, I.D.J. 1969. Apical dominance. In M.B. Wilkins (ed.), The Physiology of Plant Growth and Development, McGraw-Hill, London, pp. 165-95.
- PILLAY, I. & RAILTON, I.D. 1983. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, light-grown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. Plant Physiol. 71: 973-4.
- PROCHAZKA, S. 1981. Transport of benzyl-8-<sup>14</sup>C-adenine in pea seedlings in relation to apical dominance. Biol. Plant. 23: 68-71.



- PROCHAZKA, S. & JACOBS, W.P. 1984. Transport of benzyladenine and gibberelin A<sub>1</sub> from roots in relation to the apical dominance between axillary buds of pea (*Pisum sativum* L.) cotyledons. Plant Physiol. 76: 224-7.
- SEBANEK, J., TAN, H.M. & BLAZKOVA, J. 1980. The role of endogenous cytokinins in correlation between cotyledon and its axillary bud in hypocotyl regeneratin of flax. Biol. Plant. 22: 434-7.
- SHARIF, R. & DALE, J.E. 1979. The growth of tiller buds and the distribution of radioactivity in barley seedlings treated with <sup>14</sup>C-labelled benzylaminopurine. Rev. Bras. Bot. 2: 129-33.
- SHARIF, R. & DALE, J.E. 1980a. Growth-regulating substances and the control of tiller buds in barley; <sup>e</sup>ffects of cytokinins. J. Exp. Bot. 31: 21-30.
- SHARIF, R. & DALE, J.E. 1980b. Growth-regulating substances and the control of tiller buds in barley; effects of IAA and GA<sub>3</sub>. J. Exp. Bot. 31: 1191-7.
- SNOW, R. 1937. On the nature of correlative inhibition. New Phytol. 36: 283-300.
- SOBUR, L.N. & GAMBURF, K.Z. 1979. Effect of removal of the root system or epicotyl on cytokinin content in pea seedlings. Soviet Plant Physiol. 26: 509-11.
- TAN, H.M., SEBANEK, J. & KLICOVA, S. 1979. The role of gibberelins and cytokinins in the growth correlative effect of cotyledons in flax and pea. Biol. Plant. 21: 376-82.

- THIMANN, K.V. 1936. Auxins and the growth of roots. Am. J. Bot. 23: 561-9.
- THIMANN, K.V. 1937. On the nature of inhibition caused by auxin. Am. J. Bot. 24: 407-12.
- THIMANN, K.V. & SKOOG, F. 1933. Studies on the growth hormone of plants. 3. The inhibiting action of the growth hormone on bud development. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 19: 714-6.
- THIMANN, K.V. & SKOOG, F. 1934. On the inhibition of bud development and other functions of growth substance in *Vicia faba*. Proc. R. Soc., Lond. B.114: 317-39.
- THIMANN, K.V., SACHS, T. & MATHUR, K.N. 1971. The mechanism of apical dominance in *Coleus*. Physiol. Plant. 24: 68-72.
- TUCKER, D.J. 1975. Far-red light<sup>ht</sup> as a suppressor of side shoot growth in the tomato. Plant Sci. Lett. 5: 127-30.
- TUCKER, D.J. 1978. Apical dominance in the tomato: the possible roles of auxin and abscisic acid. Plant Sci. Lett. 12: 273-8.
- TUCKER, D.J. & MANSFIELD, T.D. 1973. Apical dominance in *Xanthium strumarium* L.. J. Exp. Bot. 24: 731-40.
- VAN STADEN, J., SPIEGELSTEIN, H., ZIESLIN, N. & HALEVY, H.A. 1981. Endogenous cytokinins and lateral bud growth in roses. Bot. Gaz. 142: 177-82.
- VON MALTZAAN, K.E. 1959. Interaction between kinetin and indoleacetic acid in the control of bud reactivation in *Splachnum ampullaceum* (L.) Hedw. Nature 183: 60-1.

- WANG, T.L. & WAREING, P.F. 1979. Cytokinins and apical dominance in *Solanum andigena*. Lateral shoot growth and endogenous cytokinin levels in the absence of roots. New Phytol. 82: 19-28.
- WARDLAW, I.F. & MORTIMER, D.C. 1970. Carbohydrate movement in pea plants in relation to axillary bud growth and vascular development. Can. J. Bot. 48: 229-37.
- WHITE, J.C. 1976. Correlative inhibition of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris*. I. Effect of application of indol-3-yl-acetic acid to decapitated plants. Ann. Bot. 40: 521-~~49~~.
- WHITE, J.C. & MANSFIELD, T.A. 1978. Correlative inhibition of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L.. Influence of the environment. Ann. Bot. 42: 191-6.
- WHITE, J.C., MEDLON, C.C., HILLMAN, J.R. & WILKINS, M.B. 1975. Correlative inhibition of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L.. Isolation of indole acetic acid from the inhibition region. J. Exp. Bot. 26: 419-24.
- WICKSON, M. & THIMANN, K.V. 1958. The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance. Physiol. Plant. 11: 62-74.
- WOOLLEY, D.J. & WAREING, P.F. 1972. Interaction between growth promoters in apical dominance. I. Hormonal interaction, movement and metabolism of a cytokinin in rootless cuttings. New Phytol. 71: 781-93.

- YEANG, H.Y. & HILLMAN, J.R. 1981. Control of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L. by ethylene in the apical shoot. J. Exp. Bot. 32: 395-404.
- ZAMSKI, E., OSHRI, S. & ZIESLIN, N. 1985. Comparative morphology and anatomy of axillary buds along a rose shoot. Bot. Gaz. 146: 208-12.
- ZIESLIN, N. & HALEVY, A. 1976. Components of axillary bud inhibition in rose plants. I. The effect of different plant parts (correlative inhibition). Bot. Gaz. 137: 291-6.
- ZIESLIN, N., HAAZE, H. & HALEVY, H.A. 1976. Components of axillary bud inhibition in rose plants. II. The effect of bud position on degree of inhibition. Bot. Gaz. 137: 297-300.
- ZIESLIN, N., SPIEGELSTEIN, H. & HALEVY, A.H. 1978. Components of axillary bud inhibition in rose plants. VI. Inhibition activity of plant extracts. Bot. Gaz. 139: 64-8.