

Anatomia do Caule de *Lycopersicon esculentum* Mill., Submetido A Diferentes Tratamentos Com Reguladores Vegetais

Maria Bernadete Gonçalves Martins^{*1} and Paulo Roberto de Camargo e Castro²

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), Universidade Estadual Paulista -UNESP, C.P. 136, CEP 15.054.000, São José do Rio Preto, SP; ² Departamento de Botânica, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ-USP, C.P.9, CEP 13.418.900, Piracicaba, SP.

ABSTRACT

The effects of plant growth regulators GA₃ 50 mg. L⁻¹, NAA 100 mg. L⁻¹, CCC 1500 mg.L⁻¹ and SADH 3000 mg.L⁻¹ on stem anatomy of *Lycopersicon esculentum* Mill cv. Ângela Gigante were studied. Two sets of experiments were carried out in greenhouse during two separate periods. Anatomical studies, revealed that growth promoters induced increased xylem thickness and increased the number of tracheary elements while the growth retardants decreased xylem thickness and induced fiber formation.

Key words- plant growth regulators, anatomy, stem, *Lycopersicon esculentum*.

INTRODUÇÃO

O estudo de reguladores vegetais em plantas tem crescido rapidamente e tem levado ao desenvolvimento de tecnologias necessárias para o controle do crescimento de culturas agrícolas. Essas substâncias podem alterar diferentemente os órgãos das plantas, influenciando na morfologia da mesma.

A reduzida quantidade de substâncias naturais de crescimento que se encontram nas plantas, controlam seu crescimento e desenvolvimento. Com frequência em muitas plantas agrícolas, pode-se modificar esses processos mediante a aplicação de reguladores vegetais.

Hathout *et al.*(1993a), estudaram o efeito do IAA na morfologia e no metabolismo de tomateiros, verificando que pulverização de partes vegetativas com IAA 80 mg.L⁻¹ promoveram o máximo crescimento do caule principal, sendo que a atividade do IAA na absorção de elementos minerais foi aumentada com IAA 10 mg.L⁻¹. Apesar de vários avanços tecnológicos empregados nesta cultura em nossas condições, são poucos os estudos sobre o

comportamento do tomateiro mediante utilização de reguladores vegetais, sendo que as pesquisas efetuadas visam solucionar principalmente problemas culturais prioritários tais como: irrigação, adubação, uso de defensivos no controle de pragas e doenças, programas de melhoramento genético e outras práticas.

Hathout *et al.*(1993 b) estudaram o efeito do IAA no conteúdo de hormônios endógenos de tomateiros e observaram que a aplicação de IAA 10 mg.L⁻¹ em pulverização foliar, causou efeitos estimulatórios no crescimento, na diferenciação e no desenvolvimento das plantas. Entretanto, alta concentração de IAA(80mg.L⁻¹) induziu efeito inibitório, aumentando o nível e a atividade de inibidores endógenos e redução do nível de auxinas, giberelinas e citocininas, induzindo um desequilíbrio hormonal.

Estudos dos efeitos fisiológicos de reguladores vegetais, são efetuados visando o conhecimento da ação estimulatória ou inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, essa idéia está sendo alterada com o desenvolvimento de novas pesquisas que têm demonstrado que as mudanças morfológicas da

* Autor para correspondência

planta estão associadas a alterações metabólicas, ou então, que o estado nutricional da planta, tem um importante efeito nas modificações morfológicas induzidas por reguladores vegetais.

Stand (1961), verificou um aumento significativo no comprimento de fibras em *Corchorus olitorius L.*, *Hibiscus cannabinus L.* e *Cannabis sativa L.*, pulverizadas com giberelina. Gonçalves (1984) verificou que a giberelina diminuiu a quantidade de fibras esclerenquimáticas ao redor dos feixes vasculares de cana-de-açúcar 'NA 56-79', sendo que Wareing (1958) verificou que aplicação exógena de auxina, resulta na divisão cambial associada com a formação de vaso e lignificação em caule de choupo, *Populus nigra v. itálica* e freixo, *Fraxinus excelsior*. Hejnowicz & Tomaszewski (1969) sugeriram que deve haver certo balanço entre giberelina e auxina para se obter uma máxima diferenciação do xilema. OTA *et al.* (1964) estudando a aplicação de CCC em plantas de tabaco e batata, observaram redução no comprimento internodal, resultando em pequeno crescimento das plantas.

O objetivo deste trabalho, foi efetuar um estudo anatômico comparativo do caule de tomateiros submetidos a diferentes tratamentos com biorreguladores, através de secções transversais do caule na região mediana e a 5 cm do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se no presente trabalho, tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante), planta com hábito de crescimento indeterminado, excelente uniformidade e alta produtividade. Para se estudar a ação de reguladores vegetais na anatomia do caule, na região mediana e na região a 5 cm do solo, o experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação no Horto Experimental do Departamento de Botânica, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP, Piracicaba (SP).

Inicialmente, efetuou-se a semeadura de tomateiros, em caixas de plástico, contendo terra

esterilizada. Catorze dias após a semeadura, as mudas mais vigorosas foram selecionadas e transplantadas para vasos com capacidade de 12 L de terra, constituída de uma mistura de solo argiloso, areia e matéria orgânica (2:1:1), além da aplicação de uma adubação mineral complementar de N, P, K (12:14:8); 10 gramas por vaso. Foram aplicados semanalmente, o inseticida Folidol 1 mL.L⁻¹ de água e o fungicida Cobre Sandoz 1,5g. L⁻¹ de água.

Quando as plantas atingiram o estágio de quatro folhas definitivas, realizaram-se pulverizações com giberelina (KGA 2%, Gibrel), também denominada de GA₃, na concentração de 50 mg.L⁻¹; auxina (NAA 20% Nafusaku, da Okochi), ácido naftalenacético, NAA 100 mg.L⁻¹; chlormequat (Cycocel 50%, da Cyanamid), cloreto(2-cloroetil) trimetilamônio, CCC 1500 mg.L⁻¹ e daminozide (Alar, 85%, da Uniroyal), ácido succínico -2,2- dimetilhidrazida, SADH 3000 mg.L⁻¹, além da testemunha. Foi utilizado o espalhante adesivo Novapal 0,1% em todas as soluções. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, tendo-se cinco tratamentos com dez repetições.

O estudo anatômico do caule foi realizado na região de entrenó, a 5 cm do solo e na região mediana, aos 10 e 20 D.A.T. (dias após o tratamento). Inicialmente os caules foram coletados e fixados em F.A.A. Efetuaram-se secções transversais feitas à mão livre com gilete, seguidas da descoloração do material em hipoclorito de sódio 20%. Os cortes foram montados em lâminas semipermanentes, com gelatina glicerina, corado com verde-iodo-acético e vermelho Congo (Dop & Gautié, 1909). Nessas lâminas, foram efetuadas medições em µm, através de ocular micrométrica da : altura das células epidérmicas, espessura do córtex, espessura do colênquima e espessura do xilema e do floema na região interfascicular. As áreas foram determinadas através da utilização da ocular em quadrante, expressa em mm² (área de xilema e de floema na região fascicular).

As fotomicrografias referentes aos aspectos anatômicos dos caules de tomateiros foram obtidas, através de fotomicroscópio axioplan

(Zeiss), utilizando-se filme T Max, Kodak, asa 100, 135 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos biorreguladores vegetais sobre a anatomia do caule, aos 10 e 20 D.A.T., em seções de entrenó a 5 cm do solo e na região mediana, podem ser observados nas Figuras 1 a 7. As variáveis quantitativas referentes ao caule de tomateiros submetidos aos efeitos de reguladores vegetais como, altura de células epidérmicas, espessura do córtex, espessura do colênquima, espessura do xilema e floema na região interfascicular e a área do xilema e floema na região fascicular encontram-se nas Tabelas 1 a 4.

Seções de caule de tomateiros a 5 cm do solo, aos 10 e 20 D.A.T. com reguladores vegetais mostraram que os maiores valores de altura de células epidérmicas, foram obtidos com tratamentos com CCC e SADH (Tabela 1 e 2). A maior espessura do córtex foi observada com o tratamento NAA (Figuras 1C e 2 E,F ;

TABELA 1 e 2) e a menor espessura com SADH (Figuras 1E e 2C). O tratamento com CCC, aumentou a espessura do córtex em relação aos tratamentos com GA₃ e SADH e pouco diferiu da testemunha. Essigmann et al. (1982) observaram que o volume celular do córtex de feijoeiros tratados com CCC dobrou em relação ao controle.

A espessura do colênquima foi ampliada pelo NAA (Tabela 1 e 2) e reduzida pelo SADH, em relação à testemunha e aos demais tratamentos (Figuras 1 A a E). A espessura do floema na região interfascicular (R.I.), a 5 cm do solo e na região mediana (Tabela 1 a 4) foi maior para o tratamento com NAA, sendo que os valores obtidos para os demais tratamentos não diferiram entre si (Figuras 1C e 2 A a E).

Na região fascicular (R.F.), a área do floema externo (Tabela 1, 3 e 4) tendeu a ser maior para o tratamento com NAA e menor para o tratamento com SADH. O tratamento GA₃ tendeu a promover um aumento de área do floema externo (Tabela 1 a 3), quando comparado com a testemunha.

Tabela 1. Variáveis quantitativas do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante a 5 cm do solo submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). Valores médios, ALT= altura (µm); E= espessura (µm); A= área (mm²); R.I.=regiões interfasciculares; R.F. região fascicular.

Tratamentos	Parâmetros							
	Epiderme	Córtex	Colênquima	Floema	Xilema	Floema externo	Floema interno	Xilema
	(ALT)	(E)	(E)	(E) R.I.	(E) R.I.	(A) R.F.	(A) R.F.	(A) R.F.
Testemunha	14,2	360,4	175,2	104,8	251,2	0,204	0,044	0,431
GA 50 ppm	12,0	280,8	160,8	100,4	224,4	0,291	0,035	0,555
NAA 100ppm	14,2	601,6	411,6	209,2	226,4	0,420	0,028	0,252
CCC1500 ppm	16,0	380,0	261,6	106,0	46,8	0,235	0,058	0,263
SADH 3000ppm	16,0	244,0	155,2	122,4	82,0	0,196	0,024	0,116

Tabela 2. Variáveis quantitativas do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante a 5 cm do solo submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (20 D.A.T.). ALT= altura (µm); E= espessura (µm); A= área (mm²); R.I.= região interfascicular; R.F. =Região fascicular.

Tratamentos	Parâmetros							
	Epiderme	Córtex	Colênquima	Floema	Xilema	Floema externo	Floema interno	Xilema
	(ALT)	(E)	(E)	(E) R.I.	(E) R.I.	(A) R.F.	(A) R.F.	(A) R.F.
Testemunha	14,0	235,6	130,8	98,4	272,4	0,562	0,032	375,6
GA 50 ppm	12,8	220,8	139,6	113,2	334,8	0,556	0,040	448,0
NAA 100ppm	14,6	634,4	374,8	233,6	346,8	0,416	0,040	580,4
CCC1500 ppm	16,0	268,8	196,4	151,2	193,6	0,364	0,038	344,8
SADH 3000ppm	16,0	350,0	225,6	130,4	160,4	0,578	0,081	290,8

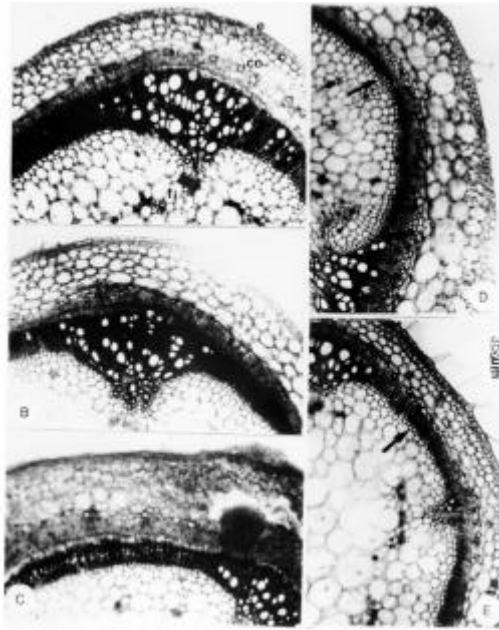


Figura 1- Seção transversal na região de entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, a 5 cm do solo, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). A- Testemunha, B- GA 50 mg.L⁻¹, C-NAA 100 mg.L⁻¹, D- CCC 1500 mg.L⁻¹ e E- SADH 3000 mg.L⁻¹. (c=colênquima; co=córtex; e=epiderme; fi=floema interno da região fascicular, As setas indicam a região interfascicular).

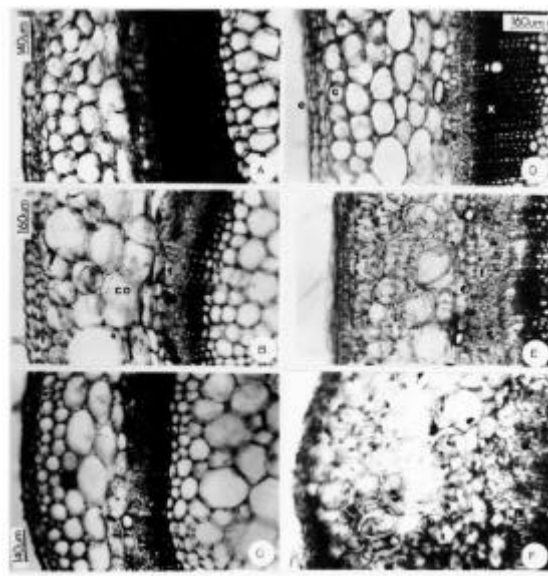


Figura 2- Seção transversal na região de entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, a 5 cm do solo, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). Pormenor da região interfascicular. A- Testemunha, B- CCC 1500 mg.L⁻¹, C- SADH 3000 mg.L⁻¹, D- GA 50 mg.L⁻¹, Ee F- NAA 100 mg.L⁻¹. (c=colênquima; co=córtex; e=epiderme; f=floema; x=xilema).

Segundo Demaggio (1966) a giberelina é ativa na estimulação da diferenciação de novos elementos do tubo crivoso. Houve pequena variação na área do floema interno em relação a testemunha (Tabela 1 a 4).

A espessura do xilema na região interfascicular (Figura 3 A a C), praticamente não diferiu da testemunha para os tratamentos com GA₃ e NAA(Tabela 1 a 4), porém os tratamentos com CCC e SADH ocasionaram redução na espessura do xilema (Figura 3 D a E). Nota-se que nessa região, em caules tratados com GA₃ e NAA , ocorreu aumento do número de elementos traqueais, enquanto que nos demais tratamentos verificou-se a formação de fibras. Gonçalves (1984), observou que plantas de cana-de-açúcar 'NA 56-79', tratadas com GA 50 mg.L⁻¹ , apresentaram intensa atividade meristemática, levando a contínua formação de feixes vasculares, com menor quantidade de fibras.

Segundo Digby & Wareing (1966) e Fosket & Torrey (1969), a auxina é geralmente reconhecida como um fator limitante para a diferenciação do xilema. Ela tem importância na promoção do alongamento das derivadas

cambiais que sofrem diferenciação em elementos de vaso e fibras. Embora a giberelina estimule a divisão celular do câmbio do caule, não é ela que promove a diferenciação do xilema.

Aos 10 D.A.T., nota-se que o GA₃ provocou um pequeno aumento na área do xilema na região fascicular (R.F.) quando comparado com a testemunha (Tabela 1). Nos demais tratamentos houve uma redução na área do xilema. Aos 20 D.A.T. observa-se expansão da área do xilema na região fascicular, para os tratamentos GA₃ e NAA, em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos GA₃ e NAA consequentemente, aumentaram a concentração de lignina com a produção de elementos de vaso, esse aumento na concentração de lignina também foi observado no trabalho de Marigo & Boudet (1980), em tomateiros.

Seções do caule a 5 cm do solo aos 10 e 20 D.A.T., tratados com retardadores de crescimento (CCC e SADH), diminuíram a espessura do xilema na região fascicular e interfascicular (Tabela 1 a 2). O tratamento com NAA aos 10 e 20 D.A.T., provocou aumento na espessura do córtex e colênquima (Figura 5 C).

Tabela 3. Variáveis quantitativas da região mediana do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais (10 D.A.T.). ALT= altura (µm); E= espessura (µm); A= área (mm²); R.I. =Região interfascicular; R.F.= Região fascicular

..... Tratamentos	Parâmetros							
	Epiderme	Córtex	Colênquima	Floema	Xilema	Floema externo	Floema interno	Xilema
	(ALT)	(E)	(E)	(E)R.I.	(E)R.I.	(A) R.F.	(A) R.F.	(A) R.F.
Testemunha	15,2	187,2	122,8	95,2	67,2	0,252	0,031	0,101
GA 50 ppm	16,0	153,2	112,8	87,2	85,6	0,292	0,028	0,220
NAA 100ppm	16,0	314,4	198,0	301,2	151,2	0,302	0,021	0,363
CCC1500 ppm	16,0	196,8	125,2	62,0	50,0	0,302	0,036	0,135
SADH 3000ppm	14,6	192,8	130,0	77,6	--	0,201	0,027	0,054

Tabela 4. Variáveis quantitativas da região mediana do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais (20 D.A.T.). ALT= altura (µm); E=espessura (µm); A= área (mm²); R.I.=Região interfascicular ; R.F.=Região fascicular.

Tratamentos	Parâmetros							
	Epiderme	Córtex	Colênquima	Floema	Xilema	Floema Externo	Floema interno	Xilema
	(ALT)	(E)	(E)	(E) R.I.	(E)R.I.	(A) R.F.	(A) R.F.	(A) R.F.
Testemunha	16,0	162,4	114,4	92,4	122,8	0,184	0,021	215,2
GA 50 ppm	16,0	146,8	102,0	78,0	101,2	0,169	0,025	179,2
NAA 100ppm	16,0	404,4	269,0	266,8	388,4	0,416	0,021	655,2
CCC1500 ppm	16,0	217,2	157,6	99,6	65,2	0,194	0,042	164,8
SADH 3000ppm	15,2	256,0	184,8	100,0	104,4	0,226	0,051	204,4

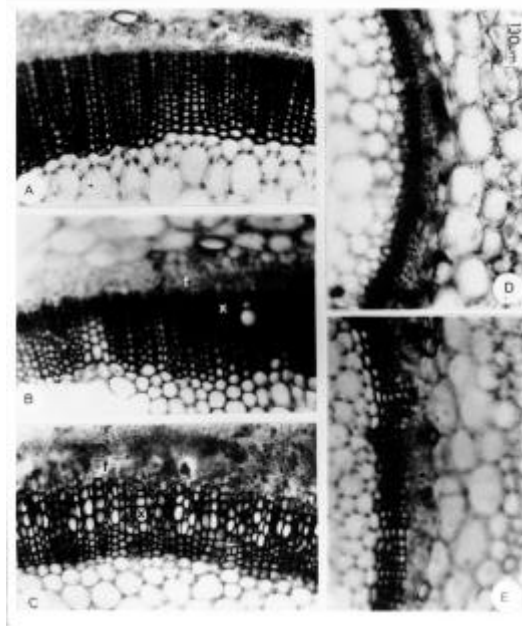


Figura 3. Seção transversal na região de entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, a 5 cm do solo, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). Pormenor da região interfascicular. A-Testemunha, B-GA 50 mg.L⁻¹, C- NAA 100 mg.L⁻¹, D- CCC 1500 mg.L⁻¹ e E-SADH3000 mg.L⁻¹ (f-floema; x-xilema).

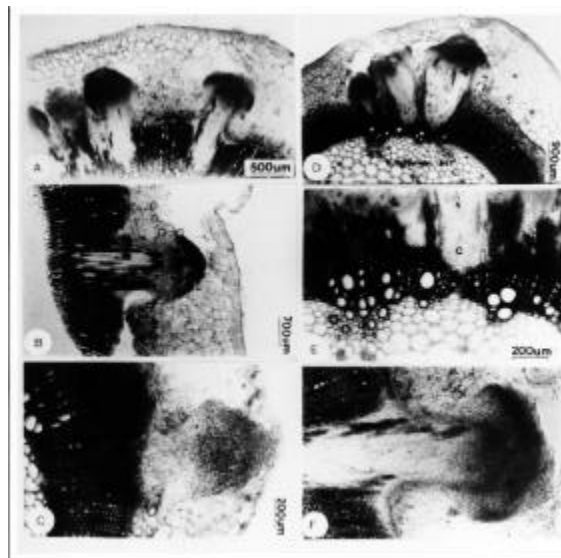


Figura 4. Seção transversal na região do entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, a 5 cm do solo, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (20 D.A.T.). A,B,D-F- NAA 100 mg.L⁻¹; C- GA 50 mg.L⁻¹; E- detalhe da formação de raiz adventícia na região fascicular a partir de células do câmbio vascular. (c- câmbio vascular).

Houve hipertrofia das células do parênquima e do colênquima, quando comparadas com as dos demais tratamentos (Figura 5 A, B, D a F).

O tratamento com GA₃ e NAA 10 D.A.T., provocou aumento na área do xilema na região fascicular (Figura 6 B, C) e o tratamento com SADH causou uma diminuição da área de

xilema (Figura 6 E e Tabela 3), quando comparados com a testemunha e com os demais tratamentos (Figura 6 A a D).

Na região fascicular, o tratamento com NAA mostrou a formação de xilema descontínuo, com células de parênquima separando cordões de elementos traqueais e fibras (Figura 7 C). A área do floema interno não apresentou diferenças marcantes entre os tratamentos aos 10 e 20 D.A.T. (Tabelas 3 e 4). Em relação a área do floema externo na região mediana do caule, a 10 D.A.T., praticamente não houve diferença entre os tratamentos, porém aos 20 D.A.T., observou-se um aumento na área de floema para os tratamentos com NAA (Tabela 3).

Na região interfascicular do caule a 10 e 20 D.A.T., observou-se que o tratamento com NAA provocou um aumento na espessura do floema e xilema (Tabelas 3 e 4), quando comparado aos demais tratamentos (Figuras 5 A a F). Scott

(1938) foi o primeiro a constatar que a auxina sozinha pode ter função na formação de células de floema. A formação do xilema, pode também ser estimulada por giberelina (Bradley & Crane, 1957; Wareing, 1958) e a maturação dos vasos também pode estar sob o controle de giberelina (Wareing, 1958; Doley & Leyton, 1968), esses resultados estão de acordo com este trabalho.

Digby & Wareing (1966) constataram que a auxina sozinha ativava a formação e a maturação de células de xilema, porém não promovia a iniciação ou a maturação de células de floema. Porém, a giberelina sozinha acelerava a formação, mas não a maturação de células de xilema e floema.

Hejnowicz & Tomaszewski (1969) sugeriram que deve haver certo balanço entre giberelina e auxina para se obter máxima diferenciação do xilema.

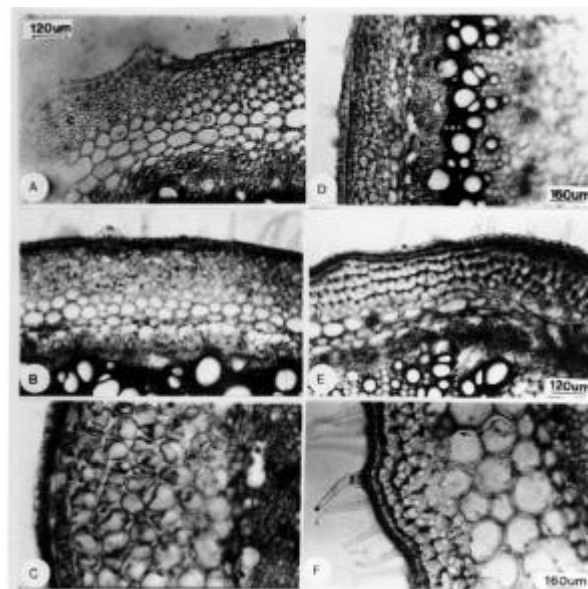


Figura 5 . Seção transversal da região mediana do entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon* Mill. *Ângela Gigante*, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). A- Testemunha ; B- GA 50 mg.L⁻¹ NAA 100 mg.L⁻¹ ; C- NAA 100 mg.L⁻¹ ; D- SADH 3000 mg.L⁻¹ ; E-F- SADH 3000 mg.L⁻¹ . (c-colênquima; p-parênquima cortical).

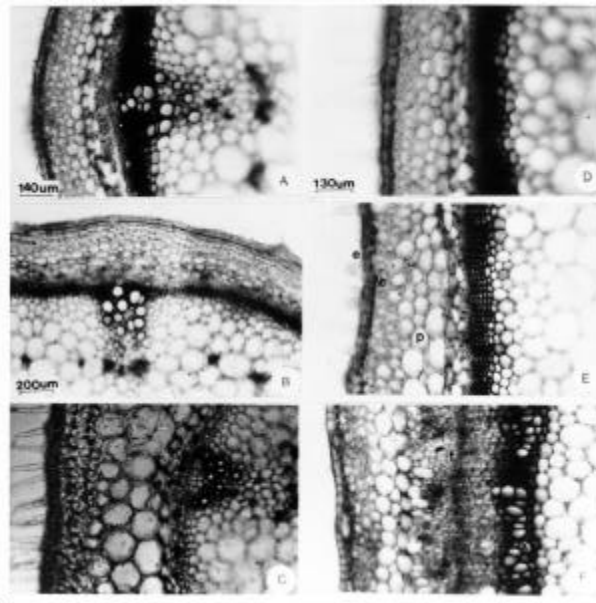


Figura 6. Seção transversal da região mediana do entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). Detalhes da região interfascicular. A e D - Testemunha , B- CCC 1500 mg.L⁻¹, C- SADH 3000 mg.L⁻¹, E- GA 50 mg.L⁻¹, F- NAA 100 mg.L⁻¹. (c- colênquima; e- epiderme; f- floema; p- parênquima; x- xilema).

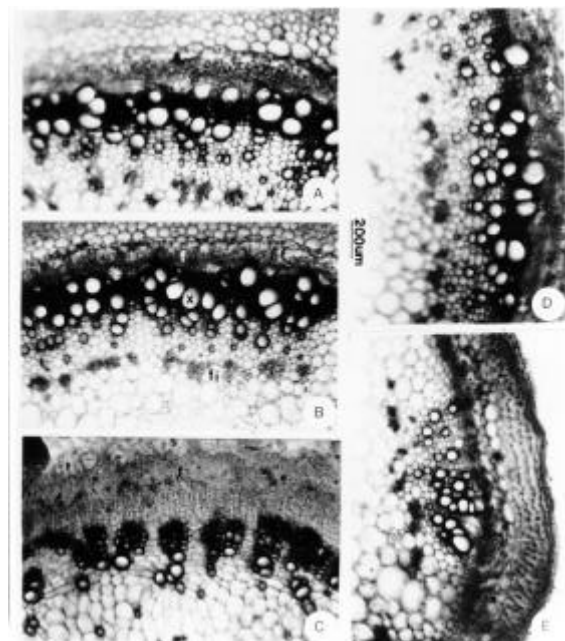


Figura 7. Seção transversal da região mediana do entrenó do caule de plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante, submetidas aos efeitos de reguladores vegetais (10 D.A.T.). Detalhes da região fascicular. A- Testemunha , B- GA 50 mg.L⁻¹, C- NAA 100 mg.L⁻¹, D- CCC 1500 mg.L⁻¹, E- SADH 3000 mg.L⁻¹. (f- floema; fi= floema interno; x- xilema).

Em dicotiledôneas evidenciou-se que a concentração e o fluxo de auxinas, são fatores limitantes para a diferenciação de elementos de tubo crivado e traqueais (Thompson &

Jacobs,1966; Aloni, 1980; Aloni & Zimmermann, 1983).

A produção de auxinas nas folhas, regula a de muitas plantas (Sachs, 1981; Wareing, 1981). A aplicação exógena de auxina

formação de vaso e lignificação em plátano (*Acer*) e caules de choupo (*Fraxinus nigra v. itálica*) e freixo (*Fraxinus excelsior*), Wareing, 1958.

Wareing et al. (1964) observaram que novos vasos em *Populus* e em resposta ao tratamento com ácido giberélico.

Outras substâncias, como açúcares e minerais, também podem estar envolvidos, além da

tomateiros, a 5cm do solo, os reguladores vegetais GA e NAA promoveram a diferenciação de raízes e células do câmbio vascular (Figuras 4 A a F).

região mediana do caule sob efeito do tratamento com NAA. Agarwal

(1979) verificaram que tratamentos com GA em caules de tomateiros cortados, afetou favoravelmente a formação de raízes, a brotações e subsequentemente, o crescimento. No entanto, Staden (1985) verificaram que o tratamento com

Aloni, R. (1980), Role of auxins and gibberellins in the differentiation of sieve and tracheary elements in plant cultures. *Planta* **150**, 255-263

Zimmermann, M.H.(1983), The differentiation of vessel size and wall thickness along the stem axis- a new concept. *Planta* **24**, 203-208.

Crane, J.C.(1957), Gibberellin activity in the development of apricot spur. *Science*. Washington, D.C., **972-973**.

Doley, D.& Wareing (1964) Effects of growth substances and water stress on the development of secondary xylem in *Fraxinus*. *New Phytol.* London, **67** 579-594.

e giberelina não estimulou o crescimento da raiz

CONCLUSÕES

Com base nos resultados anatômicos, realizados com *Lycopersicon esculentum* Mill., submetidos aos efeitos de reguladores vegetais e nas condições

concluir que:

- 1) A espessura do xilema na região interfascicular foi maior para os tratamentos com GA e NAA.
- 2) Com o tratamento com NAA fascicular, o tratamento com NAA mostrou a formação de xilema parênquima separando cordões de elementos e fibras.
- 3) Os tratamentos com CCC e SADH provocaram diminuição da espessura do xilema.
- 4) Os tratamentos com GA e NAA aumentaram a concentração de lignina, com o tratamento com GA.
- 5) Os tratamentos com GA e NAA induziram a formação de raízes adventícias à partir de células do câmbio vascular.

Demaggio, A.E. (1966), Gibberellin induced differentiation: induced by gibberellin. *Science*. **152**, 370-372.

Wareing, P.F. (1966), The effect of applied growth substances on cambial division and differentiation of the derivatives. *Ann. Bot.* London, **30**, 539-548

Gautié, A. Manuel de technique de culture. Lamane, 1909, 534 p.

Finnie, J.F. & Wareing (1964) Effect of seaweed hormones applied in vitro to tomato (*Lycopersicon esculentum*) root. *Plant Growth Subst.* **120**

Fosket, D. E. & Torrey, J.C.(1969), Hormonal control of cell proliferation and differentiation in the cambium of tissues of

- Glycine max* var. Bilox. *Plant Physiology*, **44**, 871-880.
- Gonçalves, M.B. *Efeitos de Giberelina e Ethephon no crescimento inicial, nutrição mineral, morfologia e anatomia de cana-de-açúcar*. Piracicaba: ESALQ, 1984. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - USP, 1984.
- Harrison, M.A. & Klein, R.M. (1979), Role of growth regulators in initiation of secondary xylem and phloem cells. *Botanical Gazette*, Chicago, **140**(1), 20-24.
- Hathout, T.A.; Sheteawi, S.A. & Khallal, S. M. (1993a), Effect of mode application of some growth regulators on the physiology of tomato plants. I Effect of indole-acetic (IAA) on morphology, growth, metabolism and productivity. *Egyptian Journal of Physiological Sciences*, **17** (1), 17-43.
- Hathout, T.A.; Sheteawi, S.A. & Khallal, S.M. (1993b), Effect of mode application of some growth regulators on the physiology of tomato plants. II Effect of IAA on the endogenous hormonal contents. *Egyptian Journal of Physiological Sciences*, **17**(1), 45-62.
- Hejnowicz, A. & Tomaszewski, M. (1969), Growth regulators and wood formation in *Pinus silvestris*. *Physiol. Plant.* Copenhagen, **22**, 984-992.
- Kumar, P. & Agarwal, A.K. (1979), Influence of auxin and morphactin on rooting, sprouting of buds cuttings. *Acta . Bot. Indica*. Merrut, **7**(2), 133-138.
- Marigo, G. & Boudet, A.M. (1980), Polyphenols and growth : Lignification and limitation of growth in *Lycopersicon esculentum*. *Physiol. Plant.* Copenhagen, **49** (4), 425-30.
- Sachs, T. (1981), The control of the patterned differentiation of vascular tissues. *Adv. Bot. Res.* New York, **9**, 151-262.
- Savidge, R.A. & Wareing, P.F. (1981), Plant growth regulators and the differentiation of vascular elements, p. 192-235. *In*: J.R. Barnett (ed). Xylem cell development, tracheid differentiation factor from pine needles. *Planta*. Berlin, **153**, 395-404.
- Scott, F.M. (1938), Anatomy of auxin- treated etiolated seedlings of *Pisum sativum*. *Bot. Gaz.* Chicago, **100**, 167-185.
- Shininger, T.L. (1970), The production and differentiation of secondary xylem in *Xanthium pensylvanicum*. *Amer. J. Bot.* New York, **57**, 769-781.
- Shininger, T.L. (1971), The regulation of cambial division and secondary differentiation in *Xanthium* by auxins and gibberellin.. *Plant. Physiol.* Lancaster, **47**, 417-422.
- Sorokin, H.P., Mathur, S.N., & Thimann, K.V. (1972), The effects of auxins and kinetin on xylem differentiation in the *Pea* epicotyl. *Amer. J. Bot.*, **49**, 444-454.
- Stand, M.Y. (1961), The effects of gibberellic acid on fibre cell length. *Annals of Botany* N.S. **25**(100), 453-462.
- Thompson, N. P. & Jacobs, W. P. (1966), Polarity of IAA effect on sieve- tube and xylem regeneration in *Coleus* and tomato stems. *Plant. Physiol.* Lancaster, **41**, 637-682.
- Wareing, P. F. (1958), Interaction between indoleacetic acid and gibberellic acid in cambial activity. *Nature*. London, **181**, 1744-1745
- Wareing, P. F., Hanney, C.E.A. & Digby, J. The role of endogenous hormones in cambial activity and xylem differentiation. *In*: ZIMMERMANN, M. H. The formation of wood in forest trees. New York, (ed.). *Academic Press*, 1964, p. 323-44.

Received: October 17, 1997;
 Revised: November 07, 1997;
 Accepted: March 17, 1998.