

**Introdução aos  
Hormônios e Reguladores de Crescimento  
Vegetal**

---

**I SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL**

Centro de Convenções Sen. Nilo Coelho

Petrolina-PE, 04 dezembro de 2002

**Natoniel Franklin de Melo**  
Embrapa Semi-Árido/Petrolina-PE  
Biólogo, D.Sc.  
e-mail: [natoniel@cpatsa.embrapa.br](mailto:natoniel@cpatsa.embrapa.br)

# Hormônios e Reguladores de Crescimento Vegetal

**Natoniel Franklin de Melo**

Laboratório de Biotecnologia, Embrapa Semi-Árido, Cx. Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina-PE, e-mail: natoniel@cpatsa.embrapa.br

## 1. Introdução

Os conceitos de substâncias reguladoras do crescimento e hormônio vegetal remontam há vários anos, desde os clássicos experimentos de Charles e Francis Darwin sobre a inclinação em direção à luz (fototropismo) em plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*) e aveia (*Avena sativa*), descritas em *The Power of Movement in Plants*, publicado em 1881 (Raven *et al.*, 1976). Por definição, o **hormônio vegetal ou fitormônio** é uma substância química biologicamente ativa, produzida por uma planta que, em baixas concentrações ( $10^{-15}$  a  $10^{-9}$  M) regula determinados processos fisiológicos, sendo em geral produzida em uma certa parte da planta e translocada para promover a ação em outra parte (Biasi, 2002). Os hormônios ou fitormônios são, portanto, substâncias naturais produzidas pelo próprio vegetal, enquanto os termos, **regulador de crescimento ou regulador vegetal** são empregados para todas as substâncias, naturais (produzidas por fungos, por exemplo) ou artificiais, que possuem efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas.

A descoberta dos hormônios e reguladores de crescimento vegetal promoveu grandes avanços na área de fisiologia, principalmente no entendimento do controle da diferenciação celular, o que permitiu o surgimento da cultura de células e tecidos isolados *in vitro*, uma das principais ferramentas para o desenvolvimento da agricultura (Torres *et al.*, 1998). Os reguladores de crescimento também são utilizados em aplicações diretas em plantas no campo para obtenção de diversos efeitos, tais como o de promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, promover ou inibir o florescimento, aumentar a frutificação efetiva, provocar o raleio de frutos, aumentar o tamanho dos frutos, evitar a abscisão de frutos, controlar a maturação e a senescência,

promover o enraizamento e quebrar a dormência de sementes e gemas, entre outros.

Por outro lado, as principais moléculas ou grupo de moléculas que têm efeitos conhecidos sobre alguns aspectos do crescimento e desenvolvimento vegetal são as auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, brassinosteróides, salicilatos, jasmonatos, poliaminas e o polipeptídeo sistemina. Dentre essas moléculas, as **auxinas**, **giberelinas**, **citocininas**, o **ácido abscísico** e o **etileno** são reconhecidos como hormônios vegetais (**Tabela 1**). O polipeptídeo **sistemina** é também um hormônio vegetal e deve ser adicionado à lista anterior (Fosket, 1994). A sistemina é produzida em resposta a injúria ou ataque de insetos, sendo rapidamente transportada através da planta para ativar a síntese de inibidores de proteinase. As demais substâncias citadas anteriormente apresentam algum tipo de efeito regulador sobre o crescimento das plantas e, em breve, poderão constituir novas classes de reguladores.

## **2. Constituição, ocorrência e efeitos dos hormônios vegetais.**

A constituição, ocorrência, transporte e efeitos de cada hormônio (ou grupo de hormônios) são relacionados a seguir. Entretanto, vale salientar que os hormônios não atuam isolados, mas sim aditivamente ou em oposição um ao outro, resultando em uma condição final de crescimento ou desenvolvimento representativa do efeito do balanço hormonal (Davies, 1995).

### **2.1 Auxinas**

#### *Estrutura e características*

O ácido 3-indolacético (AIA) é a principal auxina das plantas, sendo o aminoácido triptofano aceito como precursor de sua síntese. Embora o AIA seja a primeira auxina isolada de plantas, outros compostos com atividade auxínica também foram encontrados. O ácido indolbutírico (AIB), por exemplo, foi considerado uma auxina sintética por muito tempo. Entretanto, há alguns anos o AIB foi encontrado como um constituinte endógeno (auxina natural) em plantas por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (Epstein et al., 1989).

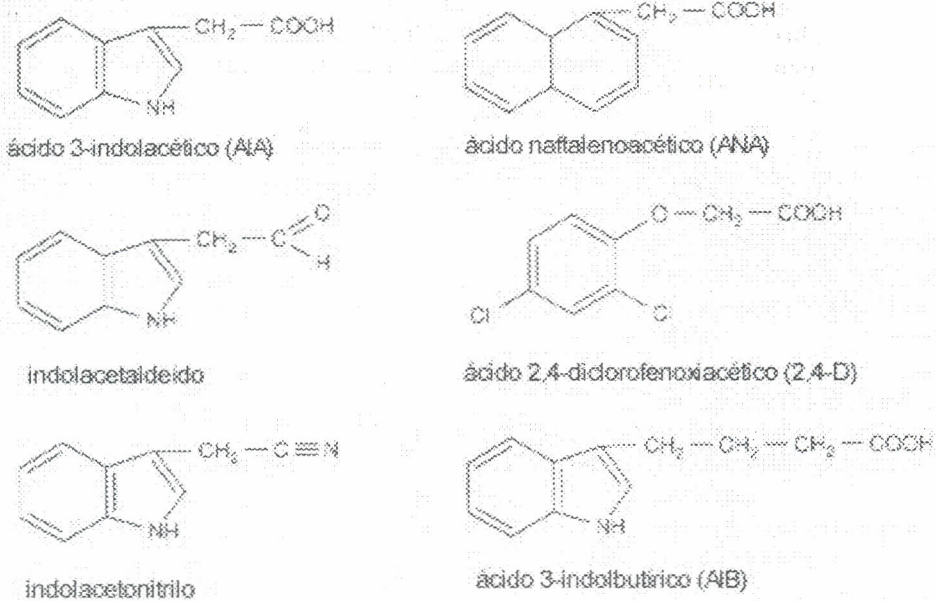
**Tabela 1** – Lista de alguns reguladores de crescimento.

Classe de Reguladores	Abreviatura ou nome comum	Nome Químico	Peso molecular
Auxinas	AIA	Ácido 3-indolacético	175,2
	ANA	Ácido naftalenoacético	186,2
	AIB	Ácido indolbutírico	203,2
	ApCFA	Ácido (4-clorofenoxi)acético	208,0
	Picloram	Ácido 4-amino-3,5,6-tricloropico-línico	241,5
	ANOA	Ácido naftoxiacético	202,2
Citocininas	Cinetina (KIN)	6-Furfurilaminopurina	215,2
	BAP (BA)	6-Benzilaminopurina	225,2
	2iP	Isopenteniladenina	203,2
	Zeatina (ZEA)	N <sup>6</sup> -(4-hidroxi-3-metilbut-2-enil)aminopurina	219,2
	PBA	(6-Benzilamino)-9-2-tetraidropiranyl-9H-purina	300,0
	Tidiazuron	1-fenil-3-(1,2,3-tiadiazol-5-il) uréia	220,2
Giberelinas	Ácido giberélico(GA <sub>3</sub> )	2,4a,7-trihidroxi-1-metil-8-metilene-gib-3-ene-1,10-ácido carboxílico-1,4-lactona	346,4
Ácido abscísico	ABA	Ácido abscísico	264,3
Etileno	Etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28
	Ethephon, Ethrel*	Ácido 2-cloroetilfosfônico	144,5

\*substrato

Vale salientar que o AIB tem sido utilizado comercialmente por décadas para propagação de plantas devido a sua eficácia em estimular a formação de raízes adventícias. É importante notar que a ocorrência de interconversão de AIA para AIB e de AIB para AIA tem sido descrita em plantas (Epstein & Lavee, 1984; Ludwig-Muller & Epstein, 1991).

Após a descoberta do AIA, muitos compostos artificiais foram encontrados com atividade semelhante ao AIA. A Figura 1 apresenta as estruturas químicas representativas das principais auxinas.



**Figura 1** – Representação da estrutura química de algumas auxinas.

### *Sítios de biossíntese*

O AIA é sintetizado principalmente a partir do triptófano, primariamente em primórdios foliares e folhas jovens, e em sementes em desenvolvimento.

### *Transporte*

O AIA é transportado de célula a célula. O transporte para as raízes provavelmente é feito também pelo floema.

### *Efeitos principais*

- . Alongamento celular;
- . Divisão celular;
- . Diferenciação de tecidos vasculares (estimulam a diferenciação de floema e xilema);
- . Formação de raízes (estacas, segmentos nodais, etc.);

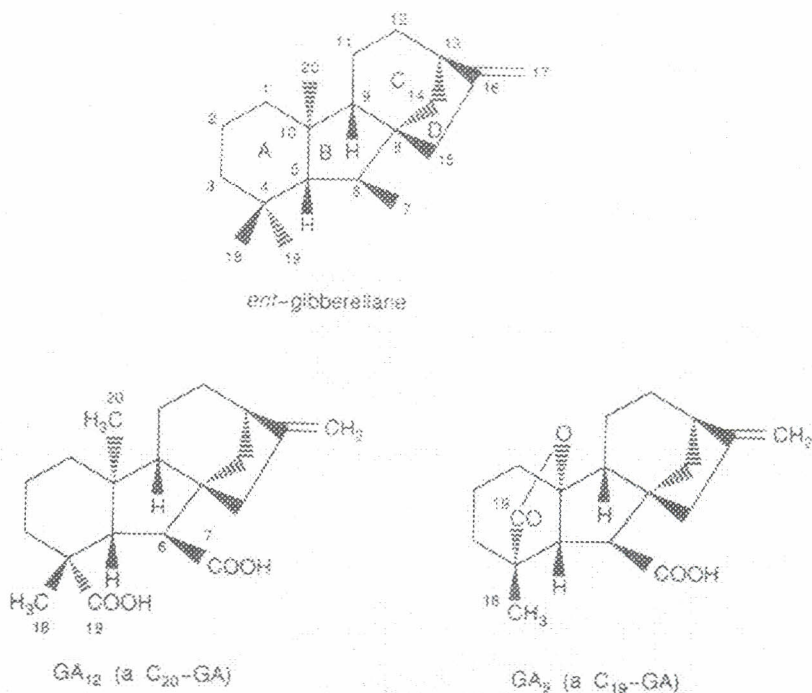
- . Tropismos (fototropismo e o geotropismo);
- . Dominância apical;
- . Senescência foliar (inibem);
- . Abscisão de folhas e frutos (inibem ou promovem via etileno);
- . Retardo do amadurecimento de frutos;
- . Florescimento (promovem o florescimento em bromeliáceas).

## 2.2 Giberelinas

### Estrutura e características

As giberelinas são diterpenos cíclicos que possuem dois tipos de estruturas com 19 ou 20 átomos de carbono (Figura 2). Muitas modificações podem ser feitas na estrutura química do anel *ent*-giberelano, resultando na grande diversidade de giberelinas conhecidas. Nesse caso, cada modificação na estrutura química é identificada e caracterizada com um número (AG<sub>3</sub>, por exemplo). Cerca de 118 AGs são conhecidos atualmente (Biasi, 2002), sendo estes numerados de AG<sub>1</sub> até AG<sub>118</sub> em ordem aproximada de suas descobertas.

As giberelinas foram isoladas inicialmente a partir do fungo *Gibberella fujikuroi*, no qual ocorrem em grandes quantidades como metabólitos secundários (Sponsel, 1995).



**Figura 2** – Representação da estrutura química das giberelinas.

### *Sítios de biossíntese*

Os AGs são sintetizados a partir do ácido mevalônico nos tecidos jovens de brotos (localização exata é incerta) e em sementes em desenvolvimento. A ocorrência de síntese em raízes também é incerta.

### *Transporte*

Os AGs são transportados pelo floema e xilema.

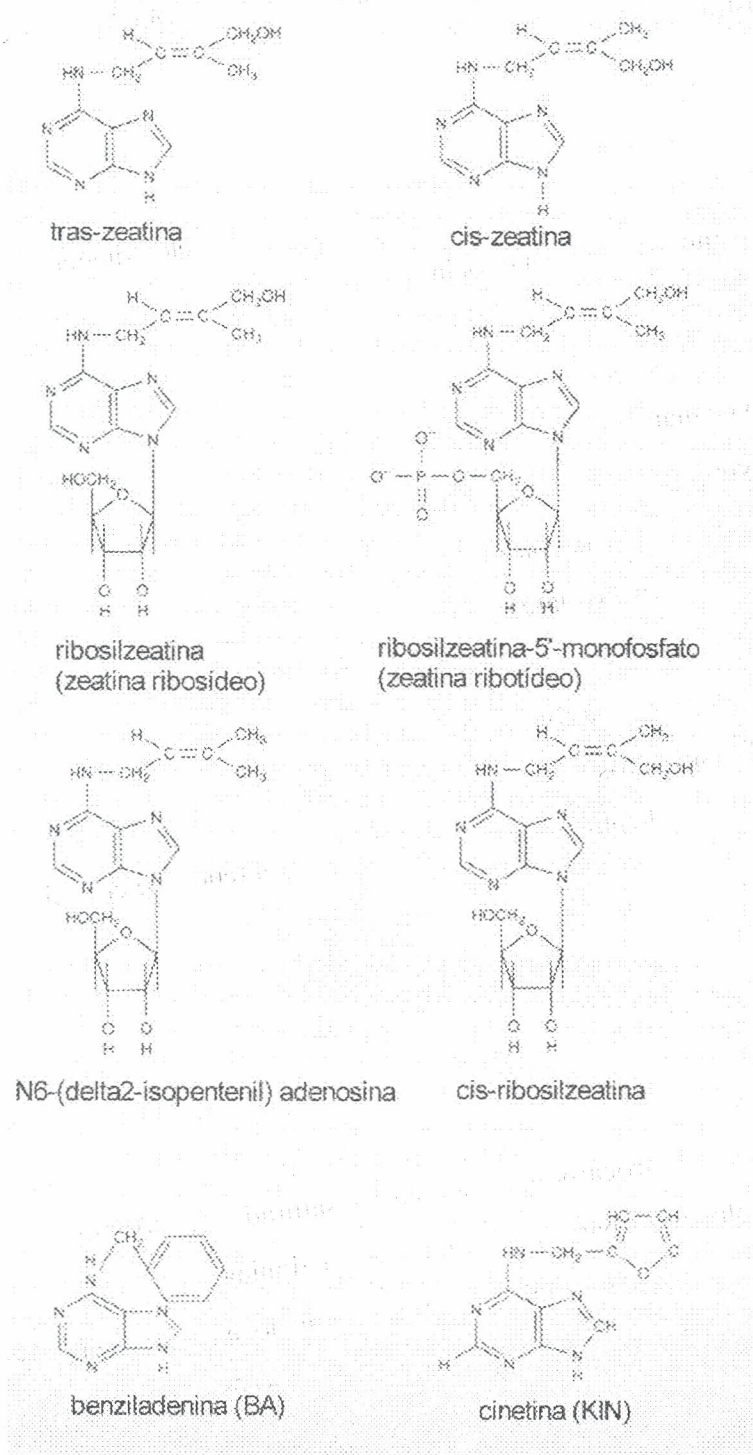
### *Efeitos principais*

- . Crescimento do caule;
- . Indução da germinação de sementes;
- . Indução da produção de enzimas durante a germinação;
- . Crescimento de frutos;
- . Indução de masculinidade em flores dióicas.

## **2.3 Citocininas**

### *Estrutura e características*

As citocininas são derivadas da base nitrogenada púrica adenina (Figura 3) e caracterizam-se por induzir a divisão celular. A sua descoberta está associada aos estudos de Folke Skoog e colaboradores (nos anos 50 do século XX), com a cultura de tecidos de fumo (*Nicotiana tabacum*). Observou-se que o AIA adicionado ao meio de cultura não tinha efeito sobre o crescimento do calo do fumo. Entretanto, suplementando-se o meio de cultura com água de coco ou DNA autoclavado, ocorria o restabelecimento das divisões celulares. Após o isolamento de várias substâncias foi sugerido que a adenina favorecia à divisão celular, promovendo o crescimento. A identificação conclusiva do primeiro promotor de divisão celular foi feita por Miller e colaboradores (Miller et al., 1956), quando purificaram a 6-(furfurilamino) purina (cujo nome trivial é **cinetina**) a partir do DNA de esperma do peixe arenque (*herring* em inglês). A primeira citocinina isolada em plantas foi purificada por Letham (Letham, 1963) a partir de sementes imaturas de milho (*Zea mays*) e identificada como 6-(4-hidroxi-3-metilbut-trans-2-enilamino) purina, mais comumente conhecida como **zeatina**.



**Figura 3** – Representação da estrutura química de algumas citocininas.



### *Sítios de biossíntese*

A biossíntese das citocininas acontece por modificações bioquímicas da adenina. Essas modificações ocorrem nos meristemas radiculares (ápice da raiz) e sementes em desenvolvimento. Podem ser encontradas como substâncias livres, ou associadas a açúcares, fósforo e RNAt.

### *Transporte*

As citocininas são translocadas para o caule pelo xilema. A seiva xilemática proveniente das raízes é rica em citocininas.

### *Efeitos principais*

- . Divisão celular
- . Morfogênese
- . Quebra da dominância apical
- . Crescimento de brotos laterais
- . Expansão foliar
- . Retardo da senescência foliar
- . Abertura de estômatos
- . Desenvolvimento de cloroplastos (aumento do conteúdo de clorofila)

## **2.4 Etileno**

### *Estrutura e características*

O gás etileno é um hidrocarboneto simples, insaturado, de fórmula  $H_2C=CH_2$ , sendo produzido principalmente a partir do aminoácido metionina.

Embora tenha uma fórmula química simples, o etileno é um potente hormônio vegetal, afetando o crescimento, diferenciação e a senescência das plantas, em concentrações de até 0,01  $\mu\text{l/l}$  (Reid, 1995).

### *Sítios de biossíntese*

O etileno é sintetizado pela maioria dos tecidos vegetais em resposta ao estresse.

## Transporte

Como é um gás, o etileno move-se por difusão a partir do seu sítio de síntese. Uma substância intermediária importante na sua produção, o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), pode também ser transportado.

## Efeitos principais

- . Quebra de dormência (gemas e sementes);
- . Epinastia (curvatura da folha para baixo resultante de crescimento desigual);
- . Floração (em algumas espécies)
- . Abscisão de folhas e frutos;
- . Amadurecimento de frutos.

O amadurecimento de frutos é um processo complexo que envolve um grande número de alterações. Dentre essas, podemos citar:

- degradação da clorofila e aparecimento de outros pigmentos, mudando a cor do fruto;
- amolecimento da parte carnosa por digestão enzimática dos constituintes da lamela média;
- aumento de atividades metabólicas, nas quais outros compostos são transformados em açúcares, tornando o fruto mais adocicado, levando a abscisão do fruto;
- aumento da taxa respiratória.

## 2.5 Ácido abscísico (ABA)

### Estrutura e características

O ácido abscísico é um composto de molécula “única” com a seguinte fórmula:



Figura 4 – Representação da estrutura química do ácido abscísico.

O ABA é amplamente distribuído entre os vegetais, tendo sido extraído de praticamente todos os órgãos de plantas vasculares, sendo encontrado tanto na seiva xilemática como na floemática. Na época de abscisão dos frutos seu teor aumenta muito.

#### *Sítios de síntese*

O ABA é sintetizado a partir do ácido mevalônico nas raízes e folhas maduras, principalmente em resposta ao estresse hídrico. As sementes também são ricas em ABA, sendo seu acúmulo feito via transporte das folhas ou produzido *in situ*.

#### *Transporte*

O ABA é exportado a partir das raízes pelo xilema e a partir das folhas pelo floema. Há evidências que o ABA pode circular, indo para as raízes pelo floema e, em seguida, retornando aos brotos pelo xilema.

#### *Efeitos principais*

- . Fechamento de estômatos (deficiência hídrica estimula o aumento de ABA o qual induz o fechamento dos estômatos);
- . Dormência de gemas;
- . Senescência e abscisão;
- . Indução de síntese de proteínas em sementes

### **3. Outras moléculas ou grupo de moléculas que têm efeitos conhecidos sobre alguns aspectos do crescimento e desenvolvimento vegetal**

#### **3.1 Salicilatos**

Os salicilatos são um grupo de compostos com atividade semelhante ao **ácido salicílico** (ácido orto-hidroxibenzóico), que é um composto fenólico. Os principais efeitos fisiológicos do ácido salicílico são o estímulo para o florescimento, a produção de calor em plantas termogênicas e o aumento da resistência a doenças (Raskin, 1995).

possui o mesmo efeito do ácido salicílico, pois é convertido para esta forma em solução aquosa.

### 3.2 Jasmonatos

Os jasmonatos são compostos com ação similar ao ácido jasmônico. Esses compostos atuam tanto promovendo como inibindo, com efeitos semelhantes aos do etileno e ácido abscísico. Os jasmonatos estão envolvidos nos mecanismos de defesa das plantas contra pragas e doenças por meio da produção de proteínas denominadas JIPs (*jasmonate-induced proteins*). A expressão de muitos genes está ligada a indução dos jasmonatos (Wasternack & Parthier, 1997).

### 3.3 Brassinosteróides

Os brassinosteróides são uma classe de esteróides com efeitos no aumento da resistência ao frio, doenças, herbicidas, estresse salino e germinação e diminuição do aborto de frutos (Arteca, 1995; Iwahori et al., 1990). Os brassinosteróides encontrados mais abundantemente nas plantas são o **brassinolídeo** e a **castasterona**.

### 3.4 Poliaminas

As principais poliaminas são a **putrescina**, **cadaverina**, **espermidina** e **espermina**. Ao nível celular, as poliaminas são polications com efeitos e funções sobre a permeabilidade da membrana, interações com ácidos nucléicos, síntese de macromoléculas, tamponamento do pH celular, entre outros.

### 3.5 Substâncias retardantes do crescimento vegetal

Muitos inibidores químicos conhecidos atuam bloqueando principalmente a biossíntese do ácido giberélico. Dentre eles, podemos citar o **AMO-1618**, **cycocel**, **paclobutrazol**, **uniconazole**, **ancymidol**, **tetcyclacis**, **BX112** e **LAB 198 999**.

#### 4. Aplicação dos reguladores de crescimento na viticultura

A utilização dos reguladores de crescimento durante o cultivo de algumas espécies frutíferas é uma das mais importantes ferramentas para a produção de frutos com melhor qualidade. Nesse caso, os principais reguladores empregados são as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e alguns retardadores ou inibidores de crescimento, visando aprimorar processos desde a produção assexuada de mudas por estaquia, até a indução artificial de florescimento e desenvolvimento de frutos.

Na cultura da uva, o uso de reguladores de crescimento vem sendo utilizado há vários anos. O efeito sobre o crescimento e desenvolvimento dos órgãos vai depender de vários fatores, dentre eles o tipo e a concentração do regulador, o genótipo e estágio de desenvolvimento da planta (sensibilidade) e as condições ambientais. Dentre os principais reguladores de crescimento utilizados nas condições tropicais semi-áridas, podemos citar a cianamida hidrogenada, o ácido giberélico e o ethephon. **A Tabela 2** apresenta um resumo de alguns resultados práticos obtidos utilizando esses reguladores.

#### 5. Aplicação dos reguladores de crescimento na cultura de tecidos vegetais

A cultura de tecidos vegetais fundamenta-se na descoberta e comprovação da totipotencialidade celular. Diz-se que uma célula é totipotente quando ela possui a capacidade e a competência de regenerar um organismo inteiro, completo e funcional. A base teórica da totipotencialidade nos trabalhos com o cultivo *in vitro* remontam quase 130 anos, sendo definitivamente comprovada por Steward em 1958, quando demonstrou a regeneração de plantas de cenoura a partir do cultivo *in vitro* de células de floema secundário. Com a comprovação, verificou-se a relativa facilidade de regeneração de plantas a partir de tecidos meristemáticos, tornando possível a obtenção de plantas de origem selecionada, bem como sua multiplicação por clonagem.

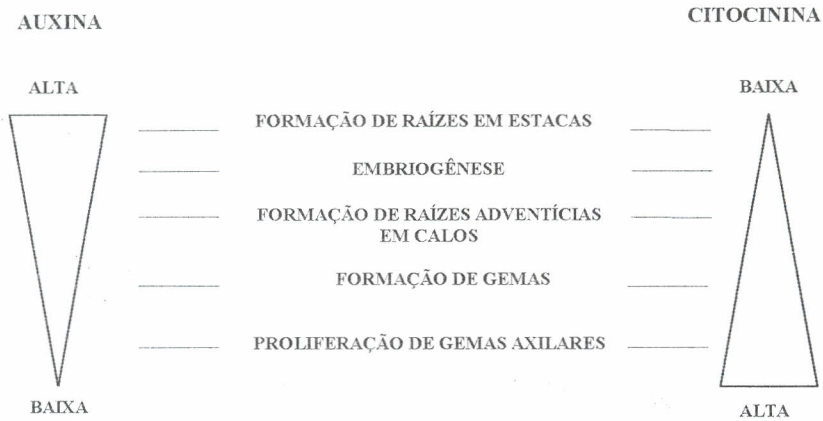
**Tabela 2** – Efeito dos principais reguladores de crescimento utilizados no cultivo de algumas variedades de videira.

Regulador de crescimento	Cultivar	Concentração	Época de aplicação	Resultado obtido	Referência
Cianamida hidrogenada	Itália	5 a 7%	48 horas após a poda.	Aumento de: - 125% na percentagem de gemas brotadas; - 93% no número de cachos; - 70% na produtividade	Albuquerque & Vieira, 1988;
Ethephon	Red Globe	100 a 400 ppm	1 <sup>o</sup> ciclo (dezembro a abril):	- 126% de coloração mais intensa que o controle com duas aplicações (200 mg/l) - 101,6% a 119,3% de coloração mais intensa que o controle em apenas uma aplicação (100, 200 e 400 mg/l)	Leão e Assis, 1999
		200 a 400 mg/l	2 <sup>o</sup> ciclo (maio a setembro):	- 54% de coloração mais intensa que o controle	Leão e Assis, 1999
	Thompson Seedless	250 ppm	Veraison	- maior relação de sólidos solúveis: acidez total; - antecipação da colheita em 16 dias	El Banna & Weaver, 1979
Ácido giberélico	Itália	3 ppm	Cachos (2 a 3 cm de tamanho) antes da antese (floração)	Alongamento da ráquis	Leão & Possídio, 2000
		30 a 60 ppm	Frutificação (“chumbinho” a “ervilha”)	Aumento no tamanho das bagas	Leão & Possídio, 2000
	Vênus	100 ppm	Frutificação (“chumbinho” a “ervilha”)	Aumento de 58% no peso dos cachos	Schuck, 1994
Ácido giberélico + CPPU (Forchlorfenuron)	Perlette	Aplicações combinadas de AG <sub>3</sub> (10 a 40 mg/l) e CPPU (5 a 20 mg/l)	Pegamento dos frutos	Aumento significativo no tamanho das bagas, espessura dos engaxos e pedicelos	Leão et al., 1999
Ácido giberélico + Estreptomina (SM)*	Brasil, Red Globe e Patrícia	SM 400 mg/l + AG <sub>3</sub> 15 mg/l	5 a 6 dias antes da antese (floração)	Apirenia em torno de 100% das bagas	Pommer et al., 1999

\* a estreptomina é um antibiótico que possui efeito no crescimento e desenvolvimento dos frutos da videira.

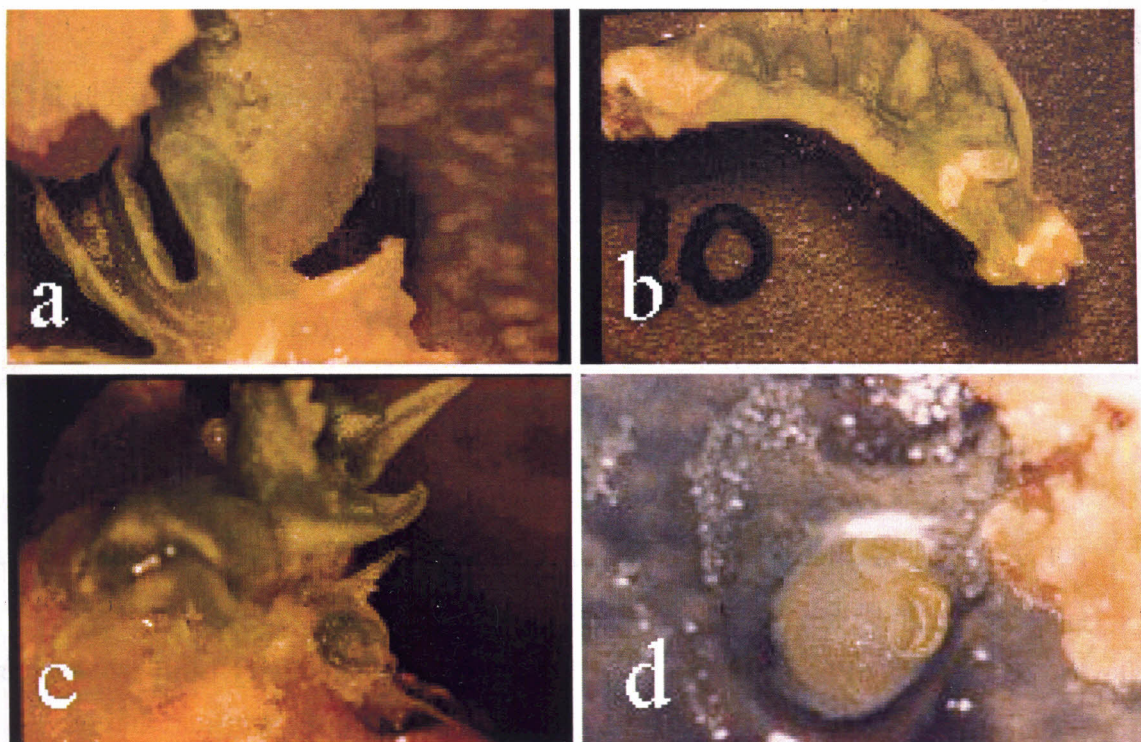
No cultivo *in vitro* são identificados três estágios de cultura: o estágio 0, caracterizado pelo isolamento do tecido meristemático; o estágio 1, que é a fase de regeneração, multiplicação e enraizamento em meio de cultura sob condições controladas; e o estágio 3, que consiste na aclimação *ex vitro*, sob condições de casa de vegetação.

Durante o estágio 0 e 1, o emprego dos reguladores de crescimento é fundamental para o sucesso da regeneração das plantas, principalmente a relação entre auxinas e citocininas (Figura 5).



**Figura 5** – Respostas morfológicas observadas em função da relação das concentrações de auxina/citocinina.

De uma maneira geral, meios contendo auxinas induzem a formação de raízes ou calos, enquanto meios contendo citocininas induzem a proliferação de brotos. As Figuras 6 e 7 mostram diversas respostas morfológicas em plantas de mandioca (*Manihot esculenta*) e videira (*Vitis* spp.) em função dos reguladores de crescimento empregados.



**Figura 6** Respostas morfogênicas do cultivo *in vitro* de folhas jovens de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). a) Formação de calo, b) formação de raízes adventícias (rizogênese direta) a partir da nervura central, c) formação de brotos a partir de calos (morfogênese indireta), d) formação de embriões somáticos a partir de calos (embriogênese somática indireta) (Fotos: Nataniel Franklin de Melo, 2002).



**Figura 7** Enraizamento de microestacas do porta-enxerto IAC-572 de videira (*Vitis* spp.) em função da adição de ácido indolacético (AIA) ao meio de cultura. (Foto: Nataniel Franklin de Melo, 2002).



## 6. Referências

- Albuquerque, J.A.S.; Vieira, S.M.N.S. 1988. Efeito da cianamida hidrogenada na brotação da videira cv. Itália na região semi-árida do Vale do São Francisco. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 9., 1987, Campinas, SP. Anais... Campinas: SBF, 1988, v.2, p.739-744.
- Arteca, R.N. 1995. Brassinosteroids. In: Davies, P.J. (ed.). **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, 2<sup>nd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.206-213.
- Biasi, L.A. 2002. Reguladores de crescimento vegetal. In: Wachowicz, C.M.; Carvalho, R.I.N. (eds.). **Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-colheita**. Curitiba: Editora Champagnat, p.63-94.
- Davies, P.J. 1995. **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, 2<sup>nd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 833p.
- El Banna, G.I.; Weaver, R.J. 1979. Effect of ethephon and gibberellin on maturation of ungirdled Thompson seedless grapes. **American Journal of Enology and Viticulture** 30: 11-13.
- Epstein, E.; Cohen, J.D.; Chen, K. 1989. Identification of indole-3-acetic acid as an endogenous constituent of maize kernels and leaves. **Plant Growth Regulation** 8: 215-223.
- Epstein, E.; Lavee, S. 1984. Conversion of indole-3-butyric acid to indole-3-acetic acid by cuttings of grapevine (*Vitis vinifera*) and olive (*Olea europea*). **Plant Cell Physiology** 25: 697-703.
- Fosket, D.E. 1994. **Plant growth and development: a molecular approach**. San Diego: Academic Press, 580p.
- Iwahori, S.; Tominaga, S.; Higuchi, S. 1990. Retardation of abscission of citrus leaf and fruitlet explants by brassinolide. **Plant Growth Regulation** 9: 119-125.
- Leão, P.C.S.; Assis, J.S. 1999. Efeito do ethephon sobre a coloração e qualidade da uva Red Globe no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura** 21: 84-87.
- Leão, P.C.S.; Lino Júnior, E.C.; Santos, E.S. 1999. Efeitos do CPPU e ácido giberélico sobre o tamanho de bagas da uva Perlette cultivada no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura** 21: 74-78.

- Leão, P.C.S.; Possídio, E.L. 2000. Implantação do pomar e manejo da cultura. In: Leão, P.C.S.; Soares, J.M. (eds.). **A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p.93-128.
- Letham, D.S. 1963. Zeatin, a factor inducing cell division from *Zea mays*. **Life Science** 8: 569-573.
- Ludwig-Muller, J.; Epstein, E. 1991. Occurrence and in vivo biosynthesis of indole-3-butyric acid in corn (*Zea mays* L.). **Plant Physiology** 97: 765-770.
- Miller, C.O.; Skoog, F.; Okomura, F.S.; Saltza, M.H.; Strong, F.M. 1956. Isolation, structure and synthesis of kinetin, a substance promoting cell division. **Journal of American Chemistry Society** 78: 1345-1350.
- Pommer, C.V.; Murakami, R.N., Pires, E.J.P.; Terra, M.M.; Nagata, R.K. 1999. Aprimoramento da técnica de supressão de sementes por estreptomina em cultivares de uvas finas. **Revista Brasileira de Fruticultura** 21: 123-127.
- Raskin, I. 1995. Salicylic acid. In: Davies, P.J. (ed.). **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, 2<sup>nd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.188-205.
- Raven, P.H.; Evert, R.F.; Curtis, H. 1976. **Biologia Vegetal**, 2<sup>a</sup> Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 724p.
- Reid, M.S. 1995. Ethylene in plant growth, development, and senescence. In: Davies, P.J. (ed.). **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, 2<sup>nd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.486-508.
- Schuck, E. 1994. Efeitos de reguladores de crescimento sobre o peso dos cachos, bagas e maturação da uva de mesa, cv. Vênus. In: Simpósio de Fruticultura de Clima Temperado, 1., 1994, Caçador, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura** 16: 295-301.
- Sponsel, V.M. 1995. The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. In: Davies, P.J. (ed.). **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, 2<sup>nd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.66-97.
- Torres, A.C.; Caldas, L.S.; Buso, J. A. 1998. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. v.1. 2<sup>a</sup> Edição. Brasília: Embrapa Hortaliças, 508 p.
- Waskernack, C.; Parthier, B. 1997. Jasmonate-signalled plant gene expression. **Trends in Plant Science** 2: 302-307.