**Artigo Científico**

**Desenvolvimento de estacas de *Cheilocostus speciosus* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico.**

**Development of *Cheilocostus speciosus* stem cuttings under different**

**indolebutyric acid concentration**

**Resumo -** O *Cheilocostus speciosus* é uma importante espécie ornamental, que vêm sendo cultivada como flor de corte. É propagada por estacas, porém não há estudos sobre fatores que influenciam nesse processo. Este trabalho teve, portanto, o objetivo de estudar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de *Cheilocostus speciosus*. O experimento foi instalado na UNEMAT, Campus de Cáceres/MT. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com seis concentrações de AIB – (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L-1), quatro repetições e dez estacas por repetição. As avaliações foram realizadas 53 dias após a estaquia, sendo estas as variáveis avaliadas: porcentagem de enraizamento, porcentagem de estacas mortas, número médio de raízes, comprimento da maior raíz, numero de estacas com broto, porcentagem de raiz com calo. O ácido indolbutírico foi efetivo para aumentar a porcentagem de enraizamento e o número médio de raízes por estaca na concentração de 800 mg L-1.

**Palavras-chave**: Estaquia; AIB; Costus; Propagação assexuada.

**Abstract -** *Cheilocostus speciosus* plants are important ornamental trees, that have been cultivated as a cut flower. This species is propagated by cuttings, but no studies on the factors that influence this process. Therefore, the objective of this work was to study the effect of the indolebutyric acid (IBA) on the rooting of cuttings of *Cheilocostus speciosus*. The experiments were conducted at UNEMAT, Campus of Cáceres, Mato Grosso State, Brazil. The experimental design was completely randomized and the treatments six IBA concentrations – (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L-1), four replicates of ten cuttings per replicate. The evaluations were done 53 days after the cuttings, and the following variables were observed: percentage of rooting, dead cuttings percentage, number of roots, length of roots, number of piles with bud, percentage of root callus. The indolebutyric acid concentration of 800 mg L-1 increased the rooting percentage one increased root number.

**Keywords:** Cuttings; IBA; Costus; Asexual propagation

**Introdução**

A Família Costácea, pertence à ordem Zingiberales é composta por e entre 110 a 115 espécies. Essa ordem é constituída pelos gêneros *Costus*, *Monocostus*, *Dimerocostus* e *Tapeinocheilas,* os quais são encontrados geralmente em áreas tropicais e subtropicais, em florestas pluviais, além de outros ambientes úmidos (Araújo & Oliveira, 2007). *Costus,* o maior gênero, possui distribuição pantropical com a sua maior diversidade centrado na região neotropical (cerca de 40 spp.), ocorrendo 25 espécies na África tropical e cerca de 5 espécies no sudeste da Ásia (Specht et al., 2001).

Economicamente, a família ainda tem pouca importância econômica, mas a intensificação dos estudos e divulgação de suas potencialidades, certamente contribuirá para sua expansão no mercado. Nos últimos anos vêm se intensificando o cultivo de espécies de Costaceae como flor de corte sendo que a espécie *Cheilocostus speciosus* é uma das mais intensamente cultivadas para esse uso (Castro et al., 2012).

Segundo o mesmo autor acima citado o processo de propagação pode ser a partir de secção de rizomas, estaquia e através de sementes, entretanto não há descrições sobre a porcentagem de enraizamento e índices de sucesso para a propagação via estacas.

O enraizamento das estacas está relacionado a diversos fatores, tais como o tipo da espécie a ser cultivada, a posição da estaca no ramo, o grau de lignificação, a quantidade de reservas e diferenciação dos tecidos, presença ou ausência de folhas nas estacas, bem como às condições do ambiente em que são conduzidas, tais como: tipo de substrato, umidade, temperatura, irrigação e luminosidade (Manuad, 2004; Azevedo et al., 2009). Fachinello et al. (2005) afirmam que as auxinas desempenham papel importante, sobre o enraizamento de estacas, estando o efeito principal ligado à sua ação sobre a indução de primórdios radiculares. A aplicação exógena de auxina também proporciona maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento de estacas.

O substrato, meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo, pode interferir no processo de enraizamento das estacas (Fachinello et al., 2005) e exerce influência na qualidade das raízes formadas e no percentual de enraizamento.

Existem vários substratos que podem ser utilizados para as estacas, tais como a areia, as cascas de arroz, no solo, de húmus, vermiculita, coco, e a mistura deles (Luz et al., 2007). Em geral, a vermiculita tem promovido boas taxas de sobrevivência e as características de crescimento para várias espécies (Althaus et al., 2007; Pacheco; Franco, 2008; Roberto et al., 2004). Os efeitos de diferentes substratos no enraizamento de estacas em uma mesma espécie também vêm sendo estudados por diversos autores (Luz et al., 2007; Lone et al., 2010).

Além do substrato, o processo de formação de raízes em estacas pode estar relacionado também com o regulador de crescimento. Entre estes, a auxina natural, produzida nas folhas e nas gemas, move-se naturalmente para a parte inferior da planta, aumentando sua concentração na base do corte, junto com os açúcares e outras substâncias nutritivas. Em muitas plantas ornamentais, o enraizamento é maximizado pela aplicação de auxinas como em *Bauhinia* x *blakeana* (Mazzini et al., 2013), *Malvaviscus arboreus* (Loss et al., 2009) e *Allamanda cathartica* (Loss et al., 2008).

O ácido indolbutírico (AIB) é provavelmente a principal auxina sintética de uso geral porque não é tóxica para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações. Além disso, é bastante efetiva para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas (Pires & Biasi, 2003).

Alguns trabalhos na literatura relatam o efeito benéfico do AIB no enraizamento de estacas de ornamentais, destacando-se os estudos de Sarzi & Pivetta (2005), trabalhando com estacas de roseiras (Rosa spp.); Ribeiro et al. (2007), avaliando estacas de quaresmeira (*Tibouchina fothergilae* Cogn); Loss et al. (2008; 2009), avaliando as estacas de Alamanda (*Allamanda catártica* L.) e Malvaviscus (*Malvaviscus arboreus* Cav.), respectivamente.

Pelo exposto, considerando o potencial do *Cheilocostus speciosus* como planta ornamental e a necessidade de aperfeiçoar as técnicas de propagação que permitem a manutenção das características genéticas desejáveis, o objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas semi-lenhosas submetidas a diferentes concentrações de AIB.

**Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à UNEMAT, localizada no Município de Cáceres-MT, de julho a setembro de 2013. A região apresenta clima Tropical, com altitude média de 118,0 metros, latitude de 16°04’33” e longitude de 57°39’10”, com temperatura média anual de 32,4°C (Neves, 2011), podendo ocorrer temperaturas de 40°C.

Antes de efetuar a coleta das estacas, foi preparado a solução hidroalcoólica do AIB, sendo pesado as dosagens de AIB utilizadas em cada tratamento em balança semianalítica e dissolvido em 50 mL de álcool, em um Becker. Após totalmente dissolvido, completou-se o volume para 1000 mL com água destilada, obtendo-se então as concentrações de AIB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos 4 repetições com 10 estacas por repetição, sendo os tratamentos formados de 6 concentração de AIB – 0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L-1.

Foram utilizados estacas herbáceas de 10 cm da parte mediana dos ramos de plantas matrizes de *Cheilocostus speciosus*, sendo retiradas todas as folhas e deixados 2 gemas por estaca. Após o seu preparo, as estacas foram submetidas à aplicação de AIB, por meio de imersão rápida (10 segundos) da sua porção basal. Em seguida as estacas foram imediatamente colocadas para enraizamento em caixas plásticas (30x21x6,5 cm), contendo como substrato areia lavada. O ensaio foi realizado em telado com sistema de irrigação e 70% de sombreamento.

A avaliação foi realizada 53 dias após a estaquia, anotando-se o número de estacas enraizadas, número de estacas mortas (calculando-se, posteriormente, a porcentagem de enraizamento e morte), número de raízes, comprimento da maior raiz, número de estacas com brotos e porcentagem de estacas com calo.

Como critério adotado no experimento para a contagem de raízes, toda estaca que apresentava pelo menos uma raiz adventícia com o comprimento igual ou superior a 2 mm foi considerada enraizada, e essas raízes foram contadas calculando-se a média por estacas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e realizado a regressão polinomial, a fim de verificar a resposta das variáveis em função do aumento da concentração e AIB.

**Resultados e Discussão**

Houve diferenças significativas para as variáveis porcentagem de estacas enraizadas e números de raízes de *Cheilocostus speciosus*. Já para as características porcentagem de estacas mortas, comprimento da maior raiz, número de estacas com brotos e porcentagem de estacas com calo, não foram observadas diferenças significativas.

Semelhantemente a este estudo, a não significância dessas variáveis também foram observadas em outros experimentos para diferentes espécies, como para o comprimento da maior raiz de *Rhododendron simsii* Planch. (Lone et al., 2010), número de raízes emitidas em *Ficus carica* L. (Pio et al., 2006) e número de estacas com brotos em pariparoba-do-Rio Grande do Sul (Pescador et al, 2007).

Houve variações quantos aos efeitos das diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) para a porcentagem de estacas enraizadas e número de raízes de *Cheilocostus speciosus* ao longo do período avaliado.

Com relação às porcentagens de enraizamento, observando-se o ajuste de regressão quadrática (Figura 1), percebe-se que os maiores valores obtidos foram nas estacas tratadas com 400 e 800 mg L-1, respectivamente, 82,50 e 92,50%. A maior média foi estimada na concentração de 720 mg L-1, correspondendo a 85,28%. Isso sugere que as estacas semilenhosas de *Cheilocostus speciosus* não necessitam de concentrações superiores a 800 mg L-1 de AIB para enraizamento, pois a porcentagem obtida foi bastante elevada e decresce a partir desse ponto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al. (2012), onde houve um maior enraizamento de estacas de *Alamenda cathartica*, quando as mesmas foram submetidas à aplicação de AIB a baixas concentrações. Já Gratieri-Sossella et al. (2008) obtiveram um maior enraizamento de estacas de *Erytrina cristagalli* utilizando uma dosagem de 1000 mg L-1 de AIB, coincidindo com a maior dosagem utilizada neste estudo.

**Figura 1-** Porcentagem (%) de enraizamento de estacas de *Cheilocostus speciosus* com diferentes concentrações (mg L-1) de ácido indolbutírico (AIB).

Neste estudo, observou-se que, embora a maior média foi estimada na concentração de 720 mg L-1 de AIB, o valor foi semelhante ao obtido na concentração de 400 mg L-1 de 82,50% e inferior a média obtida na concentração de 800 mg L-1, que foi de 92,50%. Assim, percebe-se que, de modo geral, a aplicação do AIB promoveu efeitos positivos significativos sobre o enraizamento de estacas de *Cheilocostus speciosus,* acelerando a formação de uma nova planta. O mesmo efeito foi comprovado em outras espécies por diferentes autores (Lima et al., 2008; Pizzatto et al., 2011; Santos et al., 2011).

Hartmann et al. (2011) afirma que, o AIB, quando aplicado exogenamente, é usado principalmente para atuar na formação de centros meristemáticos, ou para ativar meristemas pré-existentes promovendo a formação de primórdios de raízes e subsequente desenvolvimento de raízes adventícias. No entanto, um aumento da concentração de exógena de AIB estimula o enraizamento até atingir um valor máximo. A partir deste valor o acréscimo nas dosagens de reguladores passa ter um efeito inibitório (Fachinello et al., 2005), o que foi verificado no ajuste da equações de regressão, que foram curvilínea (Figuas 1 e 2).

Além disso, vários fatores como a concentração, o período do ano, a posição da estaca no ramo e a espécie, pode afetar a resposta da planta à aplicação de AIB (Fachinello et al., 2005; Pizzatto et al., 2011, Santos et al., 2011).

Em relação ao número de raízes, observou-se ajuste da regressão quadrática (Figura 2) crescente até a concentração testada de 800 mg L-1, correspondendo a 8,85 raízes/muda formada, decrescendo a partir desse ponto. A média máxima estimada foi obtida na concentração de 677 mg L-1 correspondendo também a 8,54 raízes/muda.

Efeito positivo semelhante foi obtido por Dias et al. (2011) que, ao avaliar o efeito de diferentes meios de diluição e doses de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de cerejeira ornamental (*Prunus serrulata* Lindl.), observaram um aumento do número de raízes, quando as estacas foram imersas em 1.000 mg.L-1 de AIB (0,9 raízes/estaca) diluída em líquido, decrescendo a partir deste ponto.

Outros autores também verificaram aumento no número e comprimento médio de raízes com a utilização de AIB, em diferentes espécies, semelhante ao observado neste estudo, entre eles Carvalho et al. (2005) e Pivetta et al. (2012). No entanto, Souza et al. (2009) e Lone et al. (2010) não observaram efeito positivo da utilização de AIB no número de raízes de mudas de *Toona ciliata* e *Rhododendron simsii*, respectivamente.

**Figura 2-** Número de raízes de *Cheilocostus speciosus* com diferentes concentrações (mg L-1) de ácido indolbutírico (AIB).

Esses resultados mostram que AIB estimulou significativamente a emissão de raízes e não o seu desenvolvimento (Sarzi & Pivetta, 2005). A aplicação exógena do regulador vegetal AIB estimula a iniciação de raízes na propagação vegetativa, mas pode comprometer seu desenvolvimento em concentrações elevadas (Hartmann et al., 2011).

Em geral, os tratamentos com auxinas tendem a ser rápido e eficaz quando aplicados doses maiores (Cuquel et al., 1992). No entanto, é preciso ressaltar que as espécies, respondem diferentemente à aplicação de reguladores de crescimento em função do balanço endógeno de auxinas e citocininas na planta (Dias et al., 2011).

Considerando-se que ocorreu elevada porcentagem de estacas enraizadas e número de raízes (60% e 6,24 raízes/muda) na ausência de AIB quando comparados aos maiores valores (92,50% e 8,85 raízes/muda) é possível afirmar os níveis endógenos de auxina em *Cheilocostus speciosus* são suficientes para estimular o desenvolvimento da planta por estaquias. Baldotto et al. (2012) também observou a formação de raízes adventícias em estacas de cróton (*Codianeum variegatum* L. Rumph) mesmo na ausência da aplicação de doses de ácido indolbutírico (AIB) e de ácido húmico (AH).

 A espécie *Cheilocostus speciosus* é facilmente propagada por estacas vegetativas. O baixo efeito dos reguladores de crescimento pode indicar uma concentração elevada de auxina endógena e baixa sensibilidade do tecido da planta a presença do fator de crescimento (Trewavas & Cleland, 1983).

**Conclusões**

O ácido indolbutírico na dosagem de 800 mg L-1 apresentou melhor resultado para o número de raízes por estaca e porcentagem de enraizamento de estacas.

**Referências**

ALTHAUS, M.M.; LEAL, L.; SILVEIRA, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; RIBAS, L.L.F. Influência do ácido naftaleno acético e dois tipos de substrato no enraizamento de estacas de jasmim-amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.322-326, 2007.

ARAÚJO, F.P.de.; OLIVEIRA, P.E. Biologia floral de *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) e mecanismos para evitar a autopolinização. **Revista Brasileira de Botância**, v.30, n.1, p.61-70, 2007.

AZEVEDO, C.P.M.F.; FERREIRA, P.C.; dos SANTOS, J.S.; PASIN, L.A.A.P. Enraizamento de estacas de cana-do-brejo. **Revista Bragantia**, v.68, n.4, p.909-912, 2009.

BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; SOARES, R.R.; MARTINEZ, H.E.P.; VENEGAS, V.H.A. Adventitious rooting in cuttings of croton and hibiscus in response to indolbutyric acid and humic acid. **Revista Ceres,** *v.*59, n.4, p.476-483, 2012.

CARVALHO, A.S.; GRAF, C.C.D.; VIOLANTE, A.R. Produção de material básico e propagação. In: Mattos Júnior, D. et al. (Ed.) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. p.279-316, 2005.

CASTRO, C.E.F.; GONÇALVES, C.; MOREIRA, S.R.; FARIA, O.A. Costus e outras espécies da família Costaceae. In: PAIVA, P.D.O.; ALMEIDA, E.F.A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA. p.178-221, 2012.

CUQUEL, F.L.; GRANJA, P.; MINAMI, K. Avaliação do enraizamento de estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) cv. White Reagan 606 tratadas com ácido indolbutírico (IBA). **Scientia Agricola**, v.49, p.15-22, 1992.

DIAS, M.M.; CHALFUN, N.N.J.; COELHO, S.J.; dos SANTOS, V.A. Meios de diluição e concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de cerejeira ornamental. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.5, n.4, p.39-43, 2011.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 221p, 2005.

GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A.A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, p.32, n.1, p.163-171, 2008.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, R.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices.** 8ªed. New Jersey, Prentice Hall. 915p, 2011.

LIMA, D.M.; SILVA, C.L.; RITTER, M.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Substratos e auxinas no enraizamento de estacas caulinares de espinheira-santa. **Scientia Agraria,** *v.*9, p.85-89, 2008.

LONE, A.B.; UNEMOTO, L.K.; YAMAMOTO, L.Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J.A.; SATO, A.J.; RICCE, W.S.; ASSIS, A.M.; ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Revista Ciência Rural,** *v.*40, n.8, p.1720-1725, 2010.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M.B.; ASSUNÇÃO, G.M.; HAIM, P.G.; LOUREIRO, D.C.; DE SOUZA, J.R. Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v**.3, n.4, p.313-316, 2008.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M.B.; SANTOS, T.J.; GOMES, V.M.; QUEIROZ, L.H. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol–butírico (AIB). **Acta Scientiarum Agronomy**,v.31, n.2, p.269-273, 2009.

LUZ, P.B.; PAIVA, P.D.O.; LANDGRAF, P.R.C. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação assexuada de hortênsia [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.699-703, 2007.

MANUAD, M. Enraizamento de estacas de azaleia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.771-777, 2004.

MAZZINI, R.B.; PIVETTA, K.F.L.; ROMANI, G.N.; BUENO, B.F. Vegetative propagation of *Bauhinia x blakeana*, an ornamental sterile tree. **Revista Árvore,** v.37, n.2, p.219-229, 2013.

NEVES, S.M.A.S; NEVES, R.J.; MERCANTE, M.A. Dinâmica da paisagem na região nordeste de Cáceres-MT, com suporte nas geotecnologias. In: Rodrigues, S.C. (ORG:). **Paisagens do Pantanal e do Cerrado: fragilidades e potencialidades**. Uberlandia: EDUFU. 153-178p, 2011.

PACHECO, J.P.; FRANCO, E.T.H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural,** v.38, n.7, p.1900-1906, 2008.

PEREIRA, G.H.A.; COUTINHO, F.S.; COSTA e SILVA, R.A.; LOSS, A. Desenvolvimento de estacas de alamanda amarela sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Comunicata Scientiae,**v.3, n.1, p.16-22, 2012.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A.C.; GIRARDI, C.G.; ROSA, F.A.F. Estaquia de pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Revista Scientia Agraria,** *v.*8, n.4, p.391-398, 2007.

PIO, R.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J.; GONTIJO, T.C.A.; MENDONÇA, V.; ARRIJO, E.P.; CHAGAS, E.A. Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.1021-1026, 2006.

PIRES, E.J.P.; BIASI, L.A. Propagação da videira. In: POMMER, C.V. *U***va: tecnologia da produção, póscolheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes. 295-350p, 2003.

PIVETTA, K.F.L.; PEDRINHO, D.R.; FÁVERO, S.; BATISTA, G.S.; MAZZINI, R.B. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espirradeira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.17-23, 2012.

PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D.A.; MAZARO, S.M. Influência do uso do AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v.58, p.4877-4892, 2011.

ROBERTO, S.R.; PEREIRA, F.M.; NEVES, C.S.V.J.; JUBILEU, B.S.; AZEVEDO, M.C.B. Enraizamento de estacas herbáceas dos porta-enxertos de videira ‘Campinas’ (IAC 766) e ‘ Jales’ (IAC) 572 em diferentes substratos. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1633-1636, 2004.

SANTOS, J.P.; DAVIDE, A.C.; TEIXEIRA, L.A.F.; MELO, A.J.S.; MELO, L.A. Enraizamento de stacas lenhosas de espécies florestais. **Cerne,**v.17, p.293-301, 2011.

SARZI, I.; PIVETTA, K.F.L. Efeito das estações do ano e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de variedades de mini-roseira (*Rosa* spp.). **Científica**,v.33, n.1, p.62-68, 2005.

SOUZA, J.C.A.V.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; TEIXEIRA, S.L.; BALBINOT, E. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.33, n.2, p.205-213, 2009.

SPECHT, C.D.; JOHN KRESS, W.; STEVENSON, D.W.; DESALLE, R. A Molecular Phylogeny of *Costaceae* (Zingiberales). **Molecular Phylogenetics and Evolution**,v.21, n.3, p.333–345, 2001.

TREWAVAS, A.J.; CLELAND, R.E. Is plant development regulated by changes and the concentration of growth substances or by changes in the sensitivity of growth substances? **Trends in Biochemical Sciences,**v.8, p.354-357, 1983.