



Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras

Marcelo Ferraz de Campos
Elizabeth Orika Ono*
Carmen Silvia Fernandes Boaro
João Domingos Rodrigues

UNESP – Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica,
Instituto de Biociências – CEP 18618-000, Botucatu – SP, Brasil

*Autor para correspondência
eono@ibb.unesp.br

Submetido em 29/02/2008
Aceito para publicação em 11/06/2008

Resumo

O trabalho objetivou verificar o efeito de reguladores no crescimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS-184) e conteúdo de clorofila. Em experimento instalado em casa-de-vegetação, plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS-184) foram cultivadas em vasos de 10L, com terra da camada arável corrigida e adubada conforme a análise do solo. Foram avaliados sete tratamentos: testemunha; GA₃ 100mg.L⁻¹; BAP 100mg.L⁻¹; IBA 100mg.L⁻¹; Stimulate® (IBA, GA₃ e Cinetina) 20mL.L⁻¹; cloreto de mepiquat 100mg.L⁻¹ e cloreto de mepiquat 100mg.L⁻¹ associado a BAP 100mg.L⁻¹ + IBA 100mg.L⁻¹, os quais foram aplicados três vezes a intervalos de 30 dias e realizadas seis avaliações a intervalos de 13 dias. Os resultados revelaram que a maior produção de massa seca total ocorreu com a aplicação de IBA, Stimulate® e cloreto de mepiquat. A área foliar foi inferior à testemunha na maioria dos tratamentos; o teor de clorofila e a taxa de crescimento foram pouco influenciados pelos tratamentos. O tratamento com citocinina isolada ou associada a outros reguladores manteve por mais tempo o teor de clorofila. A TCR e a TAL foram reduzidas a partir dos 99 dias após a semeadura com aplicação de cloreto de mepiquat.

Unitermos: *Glycine max*, retardantes de crescimento, auxina, citocinina

Abstract

Growth analysis of soybean plants treated with plant growth regulators. This work aimed to verify the effect of plant growth regulators on soybean plant growth and chlorophyll content. In an experiment carried out in a greenhouse, soybean plants were cultivated (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS-184) in 10-liter pots containing soil from the arable layer, corrected and fertilized according to the soil analysis. The treatments used were: control; GA₃ 100mg.L⁻¹; BAP 100mg.L⁻¹; IBA 100mg.L⁻¹; Stimulate® (IBA, GA₃ and kinetin) 20mL.L⁻¹; mepiquat chloride 100mg.L⁻¹ and mepiquat chloride 100mg.L⁻¹ + BAP 100mg.L⁻¹ + IBA 100mg.L⁻¹. Treatments were applied three times at 30-day intervals. Six samplings were taken at 13-day intervals. The results indicated that the highest total dry weight value resulted from the application of IBA and Stimulate®, and that the application of mepiquat chloride in association with IBA and BAP reduced total dry matter production. The leaf area was smaller than the control in most treatments. The chlorophyll content and growth rate were slightly influenced by the treatments. The cytokinin treatment alone or in association with other plant growth regulators retained

the chlorophyll content. RGR and NAR decreased from 99 days after sowing with the application of mepiquat chloride.

Key words: *Glycine max*, growth retardants, development, auxin, cytokinin

Introdução

A análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu desenvolvimento resulta da atividade fotossintética; permitindo avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no desenvolvimento total. Apesar da complexidade que envolve o crescimento das espécies vegetais, a análise de crescimento é um meio bastante preciso para avaliar o desenvolvimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (Benincasa, 2003). Também é possível a utilização da análise de crescimento nas observações das variáveis fisiológicas indicativas de métodos seguros para o aumento da produtividade (Castro, 1974).

Os vegetais produzem moléculas sinalizadoras como os hormônios vegetais, responsáveis por efeitos no desenvolvimento e os principais grupos hormonais são as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico (Taiz e Zeiger, 2004).

As auxinas ativam enzimas que agem sobre constituintes das ligações entre as microfibrilas de celulose da parede celular, causando a ruptura e o aumento da plasticidade, facilitando a entrada de água nas células e aumentando suas dimensões. Já as giberelinas promovem a síntese de enzimas como a α -amilase, que promove a diminuição do potencial osmótico celular através da formação de glicose a partir do amido; proteases que resultam na síntese de triptofano e formação de AIA que aumenta a plasticidade da parede celular, além de hidrolases e lipases (Castro et al., 2001).

As citocininas são sintetizadas nas raízes, de onde translocam-se via apoplasto pelo xilema, até a parte aérea, onde promovem divisões celulares meristemáticas e mantém as atividades metabólicas nos tecidos vegetais, retardando a senescência (Vieira e Castro, 2003).

Segundo Coll et al. (2001), as citocininas exercem extensa quantidade de ações, sendo difícil falar sobre um efeito específico. Em geral, a aplicação de citocinina exógena, inibe o alongamento da raiz principal das plantas. Entretanto, a mesma concentração que inibe o crescimento da raiz principal, pode estimular a formação de raízes laterais.

A mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias, é denominada bioestimulante. Esse produto pode, em vista de sua composição, concentração e proporção das substâncias, interferir diferentemente no desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão, a diferenciação e o alongamento celular (Castro e Vieira, 2003).

Segundo Rademacher (2000), os retardadores do crescimento vegetal representam o mais importante grupo de substâncias reguladoras utilizado comercialmente, tendo sido bastante introduzido na agricultura. São na sua maioria inibidores da síntese de giberelinas como, por exemplo, o cloreto de mepiquat que impede a formação de ent-copalil difosfato (CDP) e ent-caureno, substâncias precursoras das giberelinas.

Verifica-se que os reguladores influenciam a resposta de muitos órgãos da planta, mas essa resposta depende da espécie, da parte da planta, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre os outros reguladores e vários fatores ambientais. Esses reguladores estão envolvidos nos processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal.

Os estudos a respeito do controle hormonal sobre os eventos fisiológicos têm indicado que a fotossíntese também possa ser regulada por esse sistema hormonal (Driessche et al., 1981; Zerbe e Wild, 1981).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de reguladores no crescimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS-184) através de parâmetros biométricos e fisiológicos

da análise de crescimento, bem como no conteúdo de clorofila.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu (SP), no ano agrícola 2003/2004. A variedade cultivada de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) escolhida foi a BRS – 184, decorrente do cruzamento ‘FT Guairá’ x ‘IAC – 13 – C’, indicada para o Estado de São Paulo e do Paraná, possui bom crescimento e ramificação, boa resistência a doenças e recomendada para solos de média a alta fertilidade.

A terra coletada da camada arável do solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, segundo EMBRAPA (1999), foi adubada com 20mg.dm⁻³ de N; 200mg.dm⁻³ de P e 100mg.dm⁻³ de K e 10% do volume da terra de esterco de curral, após ter sido corrigido com calcário dolomítico, conforme as recomendações da análise química de solo. As sementes foram tratadas com fungicida (N-triclorometiltio-4 ciclohexano-1,2-decarboximida (Captan) 500g.kg⁻¹ e metil-1-(butilcarbamoil)-2-benzimidazol-carbamato (Benomil) 500g.kg⁻¹ nas doses 3g.kg⁻¹ e 0,4g.kg⁻¹ de sementes, respectivamente) e inoculadas com turfa esterilizada com raios gama, não interferindo em resultados experimentais, pois, a primeira aplicação de reguladores vegetais só foi realizada 43 dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições e sete tratamentos com reguladores vegetais (giberelina, citocinina e auxina isoladas ou em mistura e cloreto de mepiquat também isolado e em mistura com auxina e citocinina). Os tratamentos utilizados foram: T₁ – testemunha; T₂ – GA₃ a 100mg.L⁻¹; T₃ benzilaminopurina (BAP) a 100mg.L⁻¹; T₄ – ácido indolilbutírico (IBA) a 100mg.L⁻¹; T₅ – Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina) a 20mL.L⁻¹; T₆ – Cloreto de mepiquat (Cl mep.) a 100mg.L⁻¹ e T₇ – Cl mep. a 100mg.L⁻¹ + BAP a 100mg.L⁻¹ + IBA a 100mg.L⁻¹.

Como fonte dos reguladores vegetais utilizou-se o Pro-gibb®, produto comercial contendo GA₃ (ácido giberélico) a 10%; o Stimulate®, produto comercial contendo a mistura de IBA (ácido indolilbutírico) a 0,05g.L⁻¹, GA₃ a 0,05g.L⁻¹ e cinetina a 0,09g.L⁻¹ e o Pix®, produto comercial contendo cloreto de mepiquat a 5%.

Os tratamentos foram aplicados via pulverização foliar, com pulverizador manual (Brudden 1,5L) equipado com bico cônico, ao longo do ciclo da cultura, aos 43, 74 e 105 dias após a semeadura. As avaliações foram realizadas em 6 épocas a intervalos de 13 dias, 60, 73, 86, 99, 112 e 125 dias após a semeadura.

As características avaliadas foram: área foliar (dm²), teor de clorofila (valor Spad) e massa seca total (raiz, caule e folhas, em g). As plantas foram coletadas, separadas em raiz, caule e folhas e secadas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até massa constante. A área foliar foi medida por equipamento integralizador de área, Area Meter, modelo LI-3100 da Li-cor Ltda. e o teor de clorofila foi medido em Clorofilômetro SPAD-2 da Minolta, sendo utilizados os resultados da média da medida da região central do limbo foliar de cinco folhas fotossinteticamente ativas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de crescimento funcional através do programa Anacres, desenvolvido por Portes e Castro Jr. (1991). Os parâmetros da análise de crescimento calculados foram: razão de área foliar (RAF) é o quociente entre a área foliar e a matéria seca total (dm².g⁻¹); área foliar específica (AFE) definido como a razão entre a área foliar e a massa das mesmas (dm².g⁻¹); taxa de crescimento relativo (TCR) é a variação da massa seca em função da massa seca inicial num intervalo de tempo (g.g⁻¹.dia⁻¹) e taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a massa seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo (g.dm⁻².dia⁻¹). Esses parâmetros da análise de crescimento foram calculados segundo Radford (1967) e Benincasa (2003).

Os dados biométricos de massa seca total, área foliar e teor de clorofila foram submetidos à análise de variância (teste F) e ajustados em modelo matemático de análise de regressão.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se que a matéria seca total de plantas de soja foi superior ao tratamento-controle nas plantas tratadas com IBA a partir dos 86 dias após a aplicação dos tratamentos, provavelmente, o IBA promovendo o alongamento celular, uma vez que as auxinas pela teoria do crescimento ácido promovem o alongamento celular do caule (Taiz e Zeiger, 2004).

O inibidor da síntese de GA (cloreto de mepiquat), quando aplicado sozinho, resultou em matéria seca total superior à testemunha, devido ao maior acúmulo de fotoassimilados promovido pela inibição do crescimento; todavia, quando o cloreto de mepiquat foi associado à auxina e citocinina, a matéria seca total das plantas foi reduzida. Lima (2000) observou tendência

de crescimento da matéria seca total em plantas de feijão caupi tratadas com 250mg.L^{-1} , aos 80 e 88 dias após a emergência da cultura.

A área foliar não foi influenciada pelos tratamentos quando comparada à área do tratamento testemunha, principalmente, quando as plantas foram tratadas com BAP isolada e cloreto de mepiquat associado ao IBA e BAP (Figura 2). Os tratamentos com IBA e cloreto de mepiquat promoveram aumento na área foliar dos 73 aos 99 dias após o plantio. O tratamento com cloreto de mepiquat pode ter acelerado o desenvolvimento das plantas, alcançando a área foliar máxima antes do controle. No geral, os reguladores não influenciaram no aumento da área foliar, entretanto, em alguns períodos foram observadas influências dos tratamentos. Castro (1981) obteve aumento na área foliar de plantas de soja

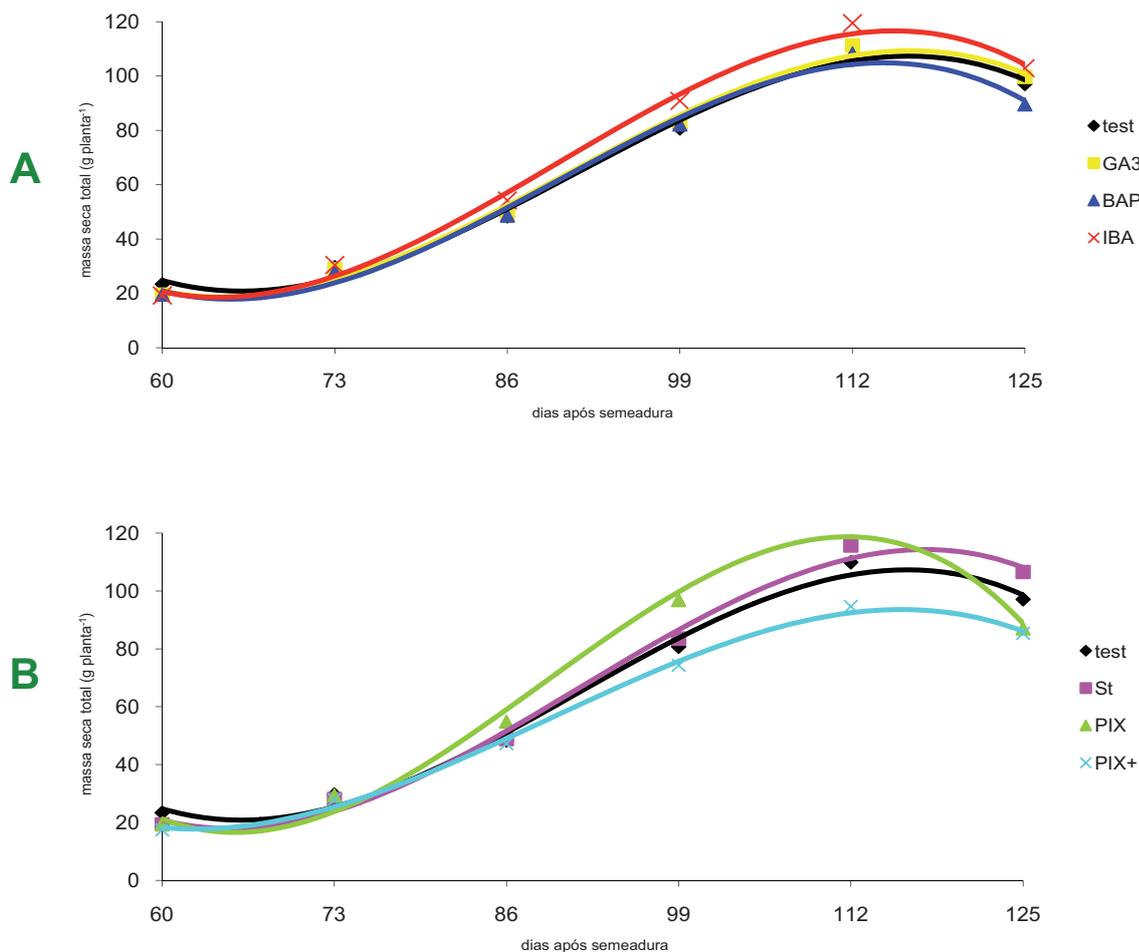


FIGURA 1: Massa seca total de plantas de soja (g.planta^{-1}), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA_3 , BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate[®] (IBA + GA_3 + cinetina), PIX[®] (cloreto de mepiquat) e PIX[®]+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA). $F= 3,61^*$

*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

nos tratamentos com IAA e GA_3 , entretanto, mesmo com alteração da área foliar, nenhum dos reguladores utilizados afetou a produtividade de grãos de soja cv. Davis.

Observa-se ainda que, com exceção dos tratamentos com BAP e Stimulate® (IBA + GA_3 + cinetina), o comportamento da curva dos demais tratamentos é de uma equação quadrática, ou seja, durante o período de estudo houve aumento da área foliar atingindo o seu máximo e diminuindo depois. Isso mostra que nesses tratamentos não houve influência dos reguladores no estágio de desenvolvimento das plantas de soja, acelerando ou atrasando suas fases de crescimento. Já nos tratamentos com BAP e Stimulate® (IBA + GA_3 + cinetina), a curva da área foliar foi ajustada à uma equação linear, mostrando aumento crescente da área

foliar sem atingir o máximo, durante o período de estudo. Sugere-se que estes dois últimos tratamentos atrasaram as fases de crescimento das plantas de soja.

O teor de clorofila nas folhas está relacionado à unidade spad fornecida pelo equipamento utilizado. Pode ser observado que o tratamento com BAP aos 125 dias após a semeadura, manteve alto o valor spad, quando as plantas dos demais tratamentos já estavam senescentes. Fato concordante com Nyitrai (1997) que observou aumento do conteúdo de clorofila total em plantas tratadas com cinetina. Também pode ser observada, com menor incidência, a mesma resposta nas plantas tratadas com auxina tanto isolada como associada à giberelina e à citocinina e também naquelas tratadas com cloreto de mepiquat associado à citocinina e a auxina.

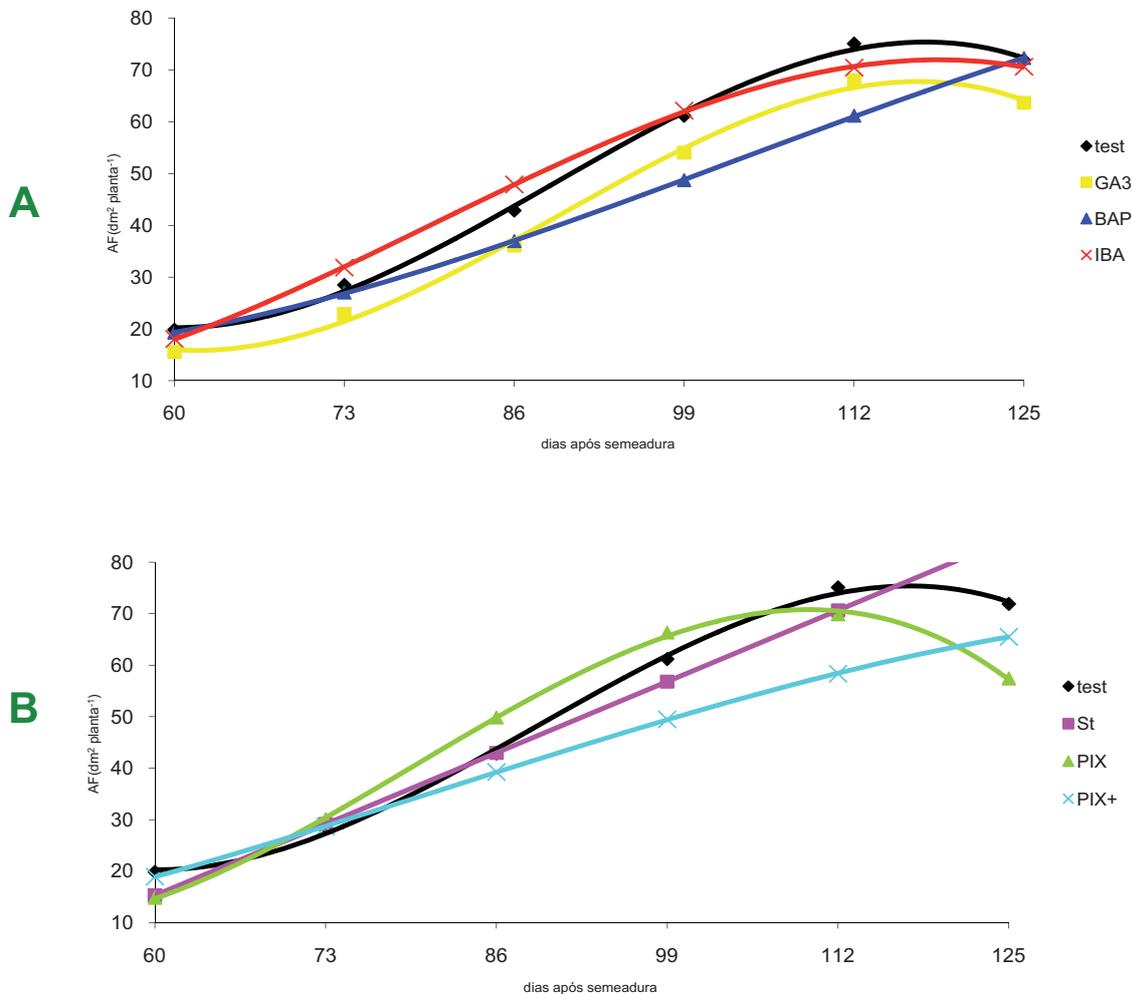


FIGURA 2: Área foliar de plantas de soja – AF ($dm^2.planta^{-1}$), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA_3 , BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA_3 + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA). $F = 1,81$ n.s. n.s.= não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Nesses tratamentos houve maior teor de clorofila que a testemunha, devido ao fato de giberelinas e citocininas inibirem a degradação da clorofila e o cloreto de mepiquat inibir a síntese de etileno. Os resultados vêm reforçar, ainda mais, o fato de que as citocininas tendem a aumentar ou manter o teor de clorofila nos vegetais (Figura 3).

Na Figura 4, observa-se, através das medidas executadas a cada 13 dias, que a taxa de crescimento relativo (TCR), que é a velocidade de crescimento a partir das reservas da planta em gramas por dia, não foi influenciada pelos tratamentos, porém houve atraso no crescimento das plantas tratadas com cloreto de mepiquat. Comportamento inverso ao observado em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) onde se observou aumento na taxa de crescimento relativo (TCR) e na taxa assimilatória líquida (TAL) com a aplicação de 250mg.L^{-1} de cloreto de mepiquat, durante a fase reprodutiva da cultura (Lima, 2000).

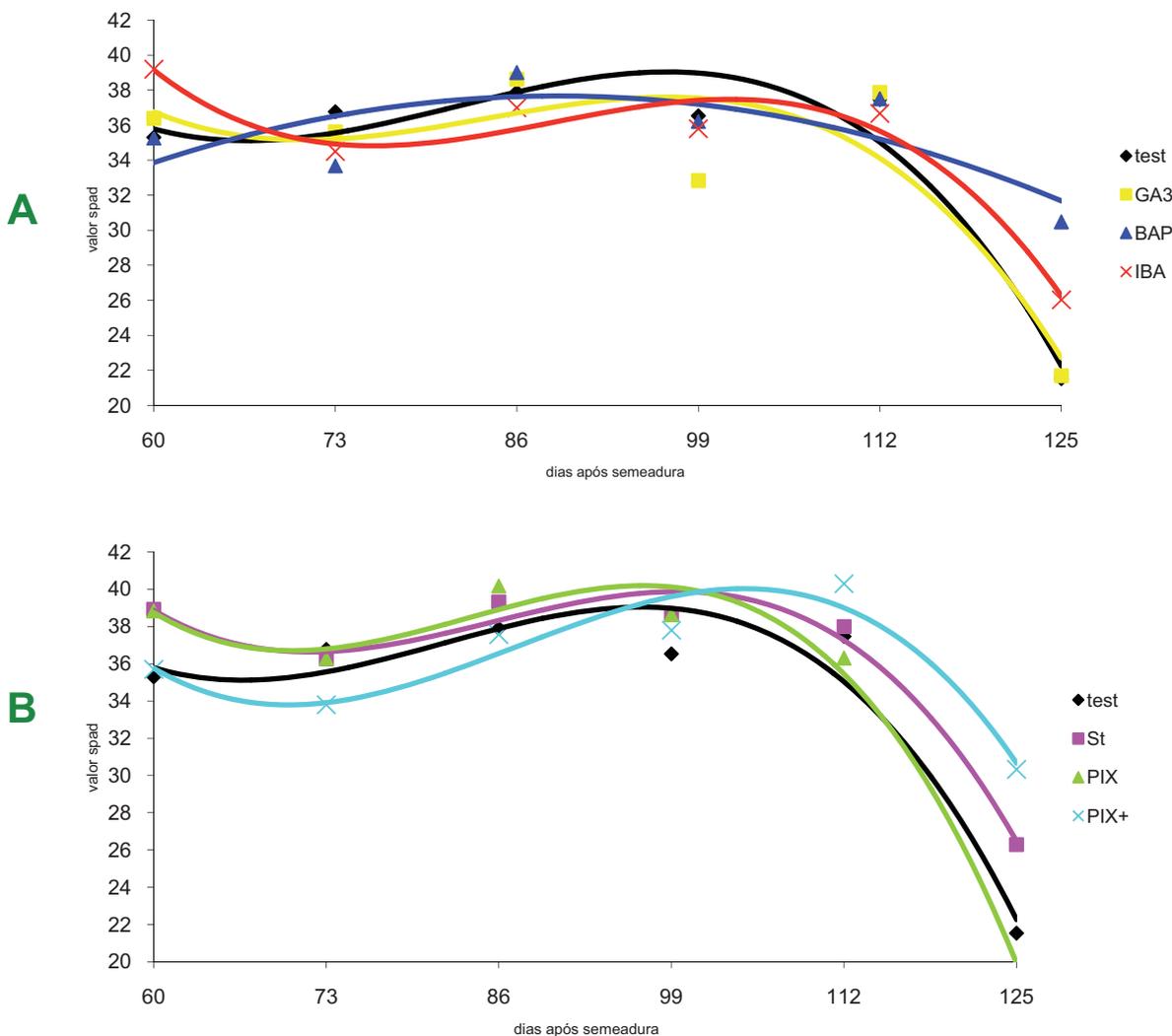


FIGURA 3: Teor de clorofila (spad) em folhas de plantas de soja, em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA3, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA3 + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA). $F= 3,22^*$

*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

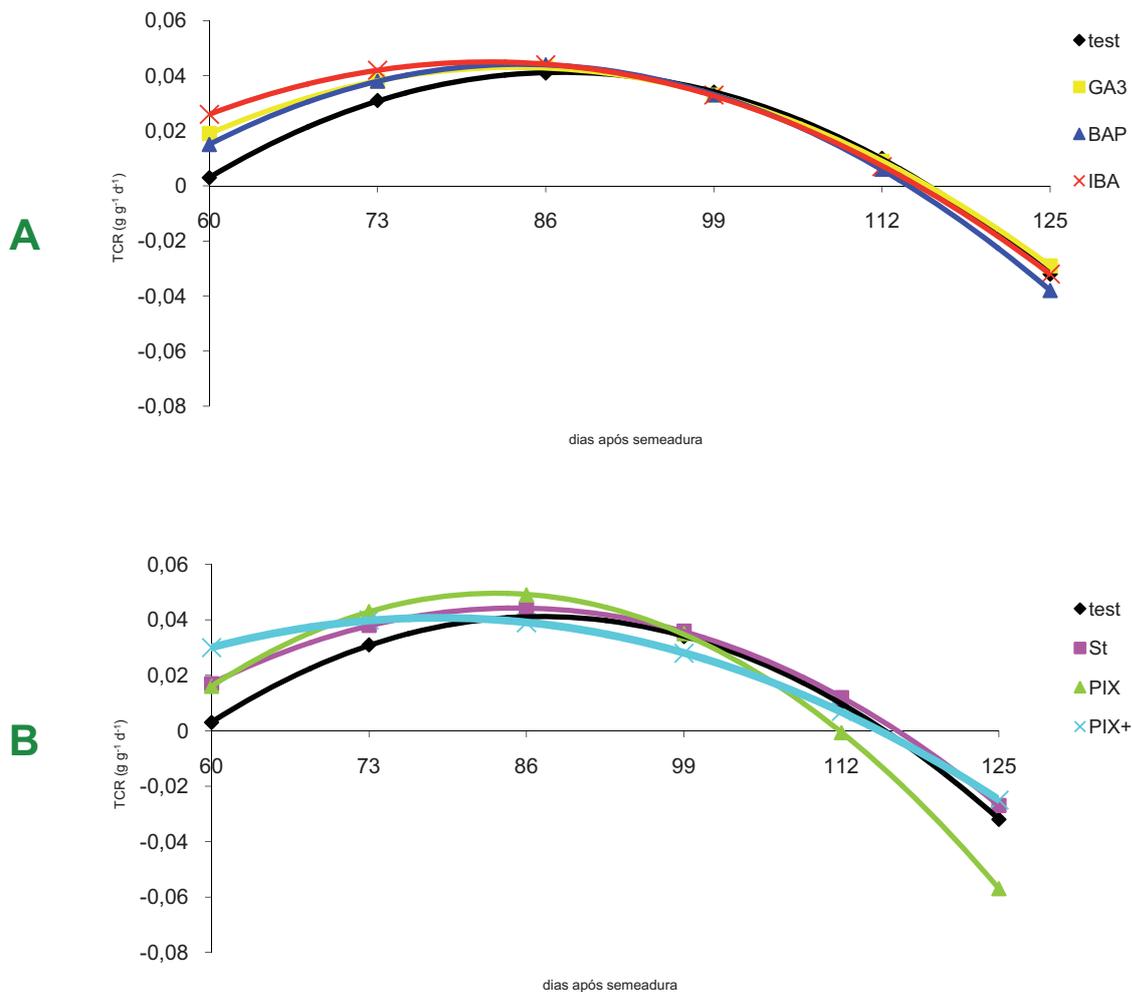


FIGURA 4: Taxa de crescimento relativo de plantas de soja – TCR (g g⁻¹ d⁻¹), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

A taxa fotossintética em termos de matéria seca produzida é apresentada na Figura 5, conhecida como TAL (taxa assimilatória líquida), a qual foi mensurada em gramas por decímetro quadrado a cada 13 dias. Ao contrário da taxa de crescimento relativo, a TAL apresentou resposta aos tratamentos no fim do experimento, quando ocorreu redução fotossintética nas plantas tratadas com cloreto de mepiquat. Provavelmente, as reduções das taxas de crescimento foram antecipadas pela redução da fotossíntese líquida nesse tratamento após 99 dias da semeadura, antecipando o período de senescência das plantas.

Nos tratamentos com GA₃, BAP, IBA e principalmente com cloreto de mepiquat, a TAL foi

superior à testemunha, até 99 dias após a semeadura. No tratamento com Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), a TAL foi superior até o fim do ciclo das plantas. Nesses tratamentos, a matéria seca total das plantas também foi superior à testemunha, provavelmente, em função da TAL. Ono (2002) observou aumento discreto na TAL em plantas de alfafa tratadas com GA₃ até os 76 dias após emergência das plantas. Lima (1990) também obteve resultados semelhantes em plantas de arroz tratadas com giberelina.

Na Figura 6, é possível observar que a razão de área foliar (RAF), área foliar responsável pela produção de 1g de matéria seca vegetal, foi reduzida em todos os tratamentos com relação à testemunha a partir do

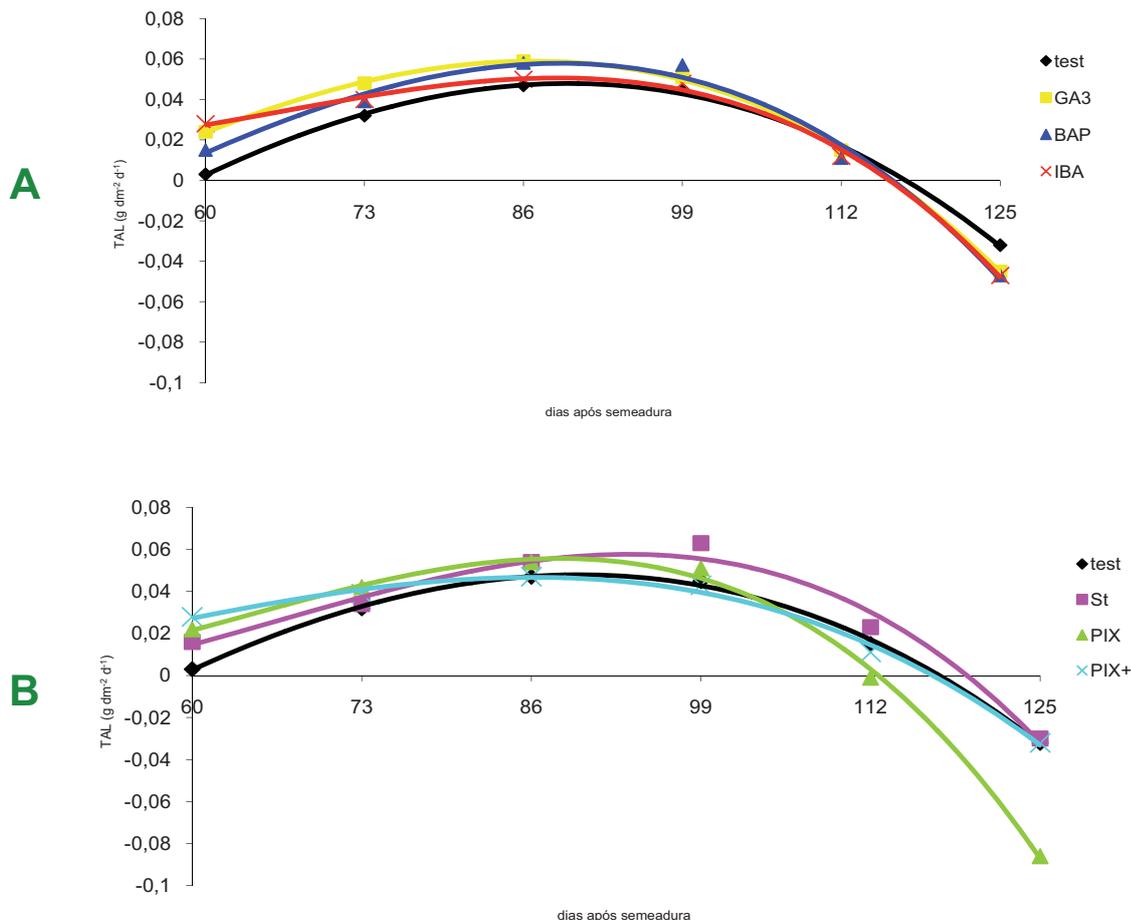


FIGURA 5: Taxa assimilatória líquida de plantas de soja – TAL ($\text{g dm}^{-2} \text{d}^{-1}$), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

86° dia após a sementeira e, anteriormente a essa data, superior em todos os tratamentos com exceção apenas no tratamento com ácido giberélico (GA₃). Nos tratamentos com IBA, cloreto de mepiquat + BAP + IBA e Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina) a RAF foi superior à testemunha até 86 dias após a sementeira; nos tratamentos com cloreto de mepiquat + BAP + IBA e Stimulate® aos 125 dias após a sementeira a RAF também foi superior à testemunha.

No tratamento com BAP, a RAF foi superior à testemunha até 73 dias após a sementeira e também no 125° dia. Já no tratamento com cloreto de mepiquat a RAF foi superior à testemunha entre o período de 73 a 86 dias após o plantio. Lima (1990), ao trabalhar com reguladores em plantas de arroz, verificou aumento na área foliar e razão de área foliar nos tratamentos

com giberelina; resultado diferente dos observados nesse experimento, em que a RAF foi inferior à testemunha durante todo o ciclo das plantas. Não é possível verificar correlação da RAF com a massa seca total nos tratamentos observados e, talvez se explique devido à maior eficiência do aparelho fotossintético independentemente da área foliar.

Quando se observa a área foliar específica (AFE) (Figura 7), que correlaciona a superfície da folha com a massa seca da própria folha, pode-se verificar pouca alteração em função dos tratamentos, e que ocorreu apenas decréscimo no fim do ciclo da planta com a aplicação de cloreto de mepiquat associado ao IBA e BAP e um pequeno aumento entre 60 e 99 dias após a sementeira com aplicação de IBA. Em arroz (*Oryza sativa* (L.) cv. IAC 4440) foi observado aumento na

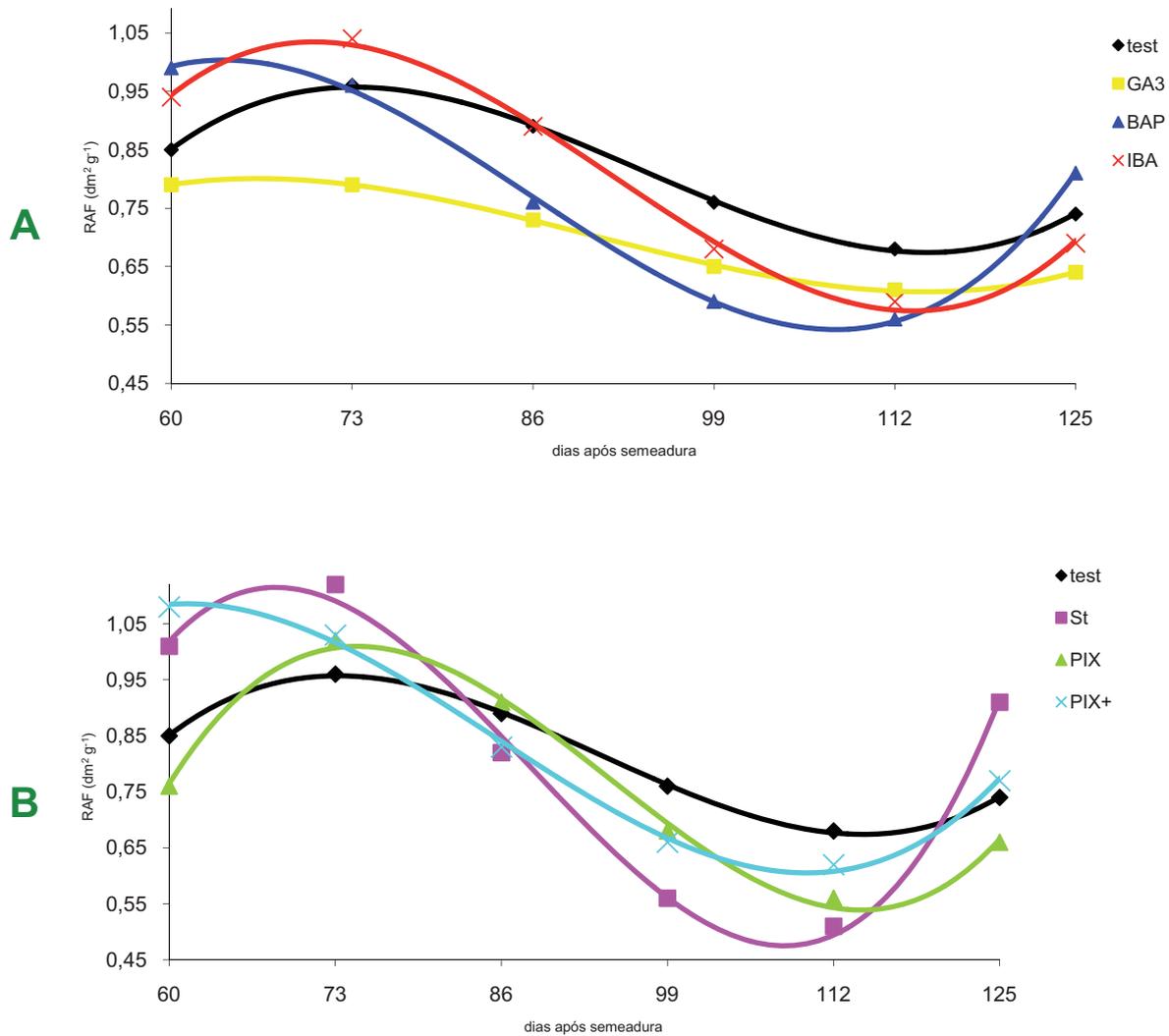


FIGURA 6: Razão de área foliar de plantas de soja – RAF (dm².g⁻¹), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

área foliar específica de plantas tratadas com giberelinas (Lima, 1990).

A partir dos resultados obtidos nas condições deste experimento pode-se concluir que as substâncias reguladoras, IBA + GA₃ + cinetina aumentaram a taxa assimilatória líquida (TAL), aumentando a produção

de matéria seca total nas plantas de soja; não houve influência dos reguladores na área foliar; o tratamento com IBA + GA₃ + cinetina aumentou o teor de clorofila 112 dias após a sementeira e os reguladores não influenciaram na razão de área foliar.

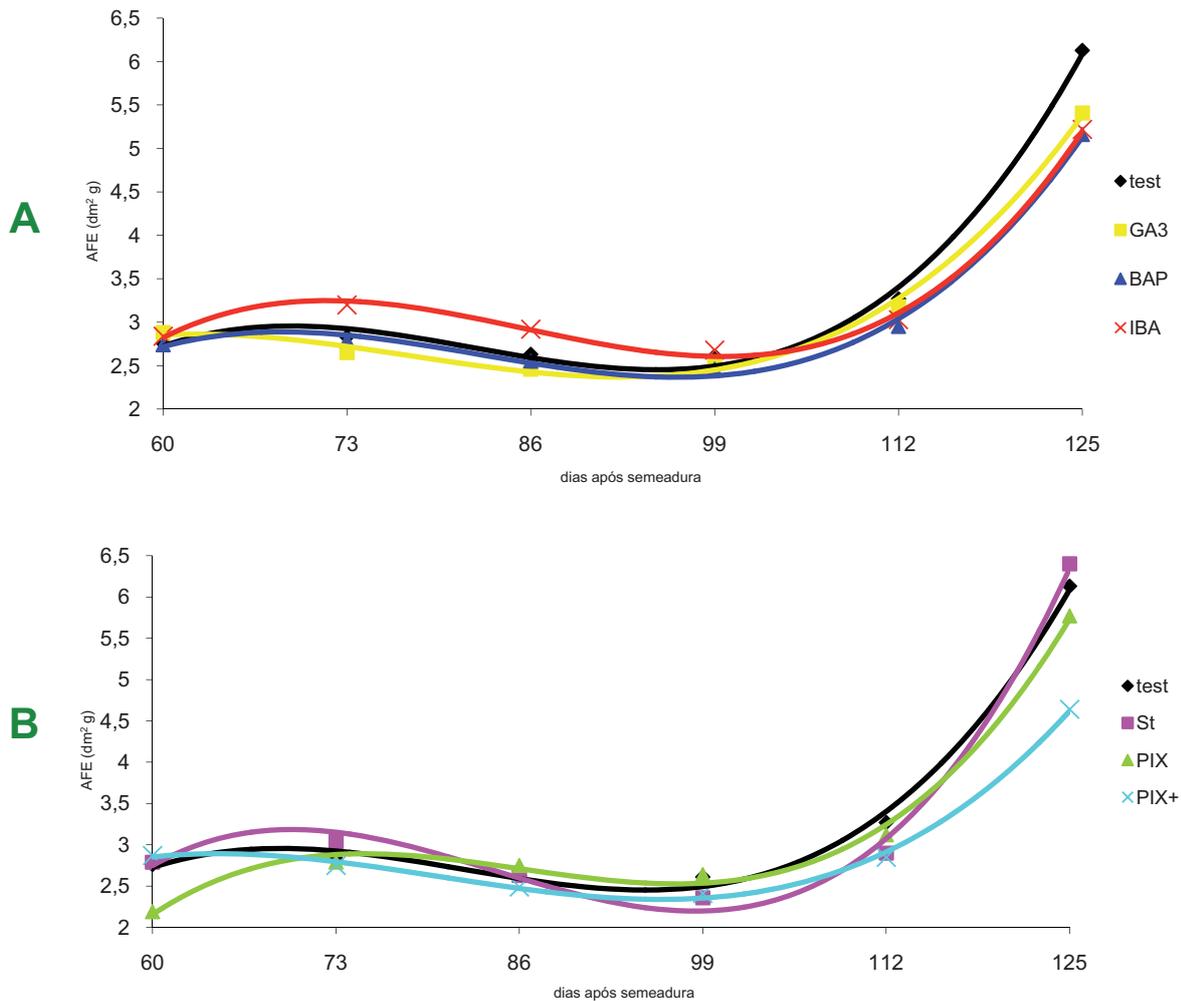


FIGURA 7: Área foliar específica de plantas de soja – AFE (dm².g), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA3, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA3 + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

Referências

- Benincasa, M. M. P. 2003. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. 2ª ed. Funep, Jaboticabal, Brasil, 41pp.
- Castro, P. R. C. 1974. Análise de crescimento do amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) com relação à infestação de pragas. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 31**: 207-215.
- Castro, P. R. C. 1981. Análise de crescimento e produção da soja (*Glycine max* cv.Davis) sob efeito de fitorreguladores. **Ciência e Cultura, 33**: 1346-1349.
- Castro, P. R. C.; Cato, S. C.; Vieira, E. L. 2001. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, Brasil, 132pp.
- Castro, P. R. C.; Vieira, E. L. 2003. Biorreguladores e bioestimulantes na cultura do milho. In: Fancelli, A. L. & Dourado Neto, D. (Eds). **Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade**. FEALQ, Piracicaba, Brasil, p.99-115.

Coll, J. B.; Rodrigo, G. N.; Garcia, B. S. Tamés, R. S. 2001. Citoquininas. In: Coll, J. B.; Rodrigo, G. N.; Garcia, B. S. & Tames, R. S. (Eds). **Fisiologia Vegetal**. Ediciones Pirámide, Madrid, España, p.342-355.

Driessche, T. V.; Genskens, M.; Glory, M.; Cerf, E. 1981. Comparison of chloroplast ultrastructure and synthetic performance in *Acetabularia* treated with auxin and with antiauxin. In: Koyvintoglov, A. G. (Ed.). **Photosynthesis V. Chloroplast development**. Balaban International Science Services, Philadelphia, USA, p.985-995.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, Brasil, 306pp.

Lima, G. P. P. 1990. **Efeito do ácido giberélico e etileno em alguns aspectos bioquímicos e fisiológicos de plantas de arroz (*Oryza sativa* L. cv. IAC 4440) cultivadas “in vitro”**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Botucatu, Brasil, 126pp.

- Lima, L. M. L. de. 2000. **Ação de fitorreguladores no desenvolvimento de plantas de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Brasil, 70pp.
- Nyitrai, P. 1997. Development of functional thylakoid membranes: Regulation light and hormones. In: Pessaraki, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. Marcel Dekker, New York, USA, p.39-403.
- Ono, E. O. 2002. **Reguladores vegetais sobre o desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.)**. Tese de Livre Docência, UNESP, Botucatu, Brasil, 143pp.
- Portes, T. A.; Castro Jr., L. G. 1991. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3 (1): 53-56.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 51: 501-531.
- Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae – Their use and abuse. **Crop Science**, 7 (3): 171-175.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. Auxina: o hormônio de crescimento. In: Taiz, L. & Zeiger, E. (Eds). **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil, p.449-484.
- Vieira, E. L.; Castro, P. R. C. 2003. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). In: Fancelli, A. L. & Dourado Neto, D. (Eds). **Feijão Irrigado, Tecnologia & Produtividade**. Stoller, São Paulo, Brasil, p.73-100.
- Zerber, R.; Wild, A. 1981. The effects of gibberellic acid and kinetin on fresh weight, dry weight, leaf area, chlorophylls and cytochrome. In: Koyvinoglov, A. G. (Ed.). **Photosynthesis. VI. Photosynthesis and productivity**. Balaban International Sciences Services, Philadelphia, USA, p.349-995.