

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Ciências Agrárias

Curso de Agronomia

CARLA VIRGINIA FERREIRA

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DA SOJA**

**Uberlândia – MG
Maio - 2007**

CARLA VIRGINIA FERREIRA

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Regina Maria Quintão Lana

**Uberlândia – MG
Maio – 2007**

CARLA VIRGINIA FERREIRA

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 02 de 07 de 2007

Prof. Dr. Regina Maria Quintão Lana

Orientadora

Adriane de Andrade Silva
Doutoranda em Zootecnia
Membro da Banca

Eng. Agrônoma Fernanda Bueno Sampaio
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Ao criador, por estar ao meu lado em todos os momentos, me dando força para continuar em minha caminhada.

A minha família e em especial à minha mãe por suas orações, dedicação, incentivo, compreensão e carinho, sendo a pessoa de maior importância no conjunto que cerca minha vida.

A professora Regina Maria Quintão Lana que foi mais que uma professora, uma amiga que tive a oportunidade de conviver vários anos, o que me trouxe várias experiências e aprendizado.

A minha tia Sônia e primas Raquel e Poliana que participaram comigo em vários momentos importantes de minha vida.

Ao meu namorado pelos momentos de atenção, e motivação.

A 34ª Turma de Agronomia da UFU e especialmente aos amigos Ana Lúcia, Ingrid, Josy, Lara, Laura e Marcos Vieira pelos momentos de dedicação que passamos.

A minha grande amiga Juliana, onde conquistei uma amizade para toda vida, e que tenho o prazer de dividir minhas conquistas diárias.

Aos funcionários do LABAS (Laboratório de Análise de Solo)

E a Empresa Compo do Brasil S/A.

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a eficiência da aplicação de reguladores de crescimento em diferentes doses e formas de aplicação (via semente e via foliar) na cultura da soja (variedade Monarka), avaliando a produtividade da cultura (kg ha^{-1}), o peso de 1000 grãos (g) e os teores de micronutrientes foliares. O fitormônio utilizado (Kelpak) é composto de 11g L^{-1} de auxina e $0,031\text{ mg L}^{-1}$ de citocinina (numa proporção de 350:1). A auxina produzida pela gema apical inibe o crescimento das laterais, podendo também influir na divisão celular. A citocinina é um hormônio vegetal, responsável pelas divisões celulares. Nas folhas regula o metabolismo, enquanto nos frutos estimula a divisão celular e o crescimento. A citocinina é responsável pela expansão celular, quando o tecido vegetal não possui células meristemáticas e sem influência de outros hormônios por fotossíntese, a citocinina terá influência estimulando a expansão celular. O experimento foi conduzido na Fazenda Pinusplan no Município de Uberlândia MG, no ano de 2005, em blocos casualizados com 9 tratamentos e 4 repetições. Dos resultados obtidos verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos T3 ($0,2\text{L ha}^{-1}$ semente + $2,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE), T8 ($0,20\text{L ha}^{-1}$ semente + $1,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE), T7 ($0,10\text{L ha}^{-1}$ semente + $2,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE) e T2 ($2,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE), considerando a superioridade produtiva destes tratamentos em comparação aos demais T1 ($0,20\text{L ha}^{-1}$ semente), T4 ($0,1\text{ L ha}^{-1}$ semente), T5 ($1,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE), T6 ($0,10\text{L ha}^{-1}$ semente + $1,0\text{L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE), T9 (Testemunha). A aplicação de $0,2\text{ L ha}^{-1}$ de Kelpak via semente não causou fitotoxicidade nas plântulas de soja.

SUMÁRIO

RESUMO	4
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local do experimento e preparação da área	13
3.2 Delineamento experimental	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS	26

Anexo:

Tabela. Produtividade da soja (kg ha⁻¹). Uberlândia – MG, 2005.

Tratamento	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Médias
1	2.754	3.250	3.083	2.825	2.977
2	3.050	3.296	3.329	3.121	3.199
3	3.217	3.291	3.304	3.833	3.412
4	2.500	2.454	2.258	2.475	2.422
5	2.713	2.458	3.000	3.029	2.800
6	2.588	2.500	2.413	2.496	2.499
7	3.183	3.233	3.329	3.121	3.217
8	3.250	3.325	3.383	2.917	3.219
9	1.716	1.675	2.167	2.417	1.994

1 INTRODUÇÃO

A melhoria na produção de soja, através da utilização de reguladores de crescimento, de acordo com Smith (1978), citado por Castro e Moraes (1981) tem recebido nos últimos anos grande ênfase nas pesquisas realizadas pelas indústrias, universidades e agências governamentais. Entretanto, o desenvolvimento de compostos potencialmente ativos, que poderiam aumentar significativamente a produção, tem sido limitado por inúmeras variáveis. Além das limitações fisiológicas, tais como, a fotossíntese e a eficiência da fixação de nitrogênio, os fatores ambientais também interferem na produção de sementes. Assim, a habilidade de um regulador vegetal em favorecer o desenvolvimento ou estimular a produção, pode não ser aparente em função de fatores ambientais limitantes.

Em plantas, assim como nos animais, muitos processos bioquímicos e fisiológicos são controlados por hormônios. Os hormônios são produzidos em um sítio da planta e translocado para outros sítios para alterar o crescimento e desenvolvimento. O hormônio natural e outros materiais são essencialmente "mensageiros químicos", influenciando em muitas partes no desenvolvimento da planta (HARTMANN et al., 1988).

A principal auxina encontrada nas plantas é o ácido indolacético, conhecido pela sigla AIA. Essa substância é produzida principalmente no meristema apical (gema) do caule e transportada através das células do parênquima até as raízes. O transporte do AIA é unidirecional, dependendo de energia para ocorrer. Se um pedaço de caule é invertido, o AIA continua a se deslocar em direção à extremidade das raízes, contra a força de gravidade.

O principal efeito das auxinas é promover o crescimento de raízes e caules, através do alongamento das células recém-formadas nos meristemas. Esse efeito depende, no entanto, da concentração do hormônio; em concentrações muito altas a auxina inibe a elongação celular e, portanto, o crescimento do órgão.

A sensibilidade das células à auxina varia nas diferentes partes da planta. O caule, por exemplo, é menos sensível à auxina que a raiz. Por isso uma concentração de auxina suficiente para induzir crescimento do caule tem forte efeito inibidor sobre o crescimento da raiz.

Uma outra classe de hormônios vegetais é a das citocininas, assim chamadas porque estimulam a divisão celular (citocinese). As citocininas são produzidas nas raízes e

transportadas através do xilema para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem citocininas.

O papel das citocininas no desenvolvimento das plantas tem sido estudado em culturas de tecidos. Quando um fragmento de uma planta, um pedaço de parênquima, por exemplo, é colocado em meio de cultura contendo todos os nutrientes essenciais à sua sobrevivência, as células podem crescer mas não se dividem. Se adicionarmos apenas citocinina a esse meio, nada acontece, mas, se também colocarmos auxina, as células passam a se dividir e podem se diferenciar em diversos órgãos. O tipo de órgãos que em uma cultura de tecidos vegetais depende da relação entre as quantidades de citocinina e auxina adicionadas ao meio. Quando as concentrações dos dois hormônios são iguais, as células se multiplicam, mas não se diferenciam, formando uma massa de célula denominada calo. Se a concentração de auxina for maior que a de citocinina, o calo forma raízes. Se, por outro lado, a concentração de citocinina for maior que a de auxina, o calo forma brotos.

As citocininas também atuam em associação com as auxinas no controle da dominância apical. Nesse caso, os dois hormônios têm efeitos antagônicos. As auxinas que descem pelo caule inibem o desenvolvimento das gemas laterais, enquanto as citocininas que vêm das raízes estimulam as gemas a se desenvolverem. Quando a gema apical é removida, cessa a ação das auxinas e as citocininas induzem o desenvolvimento das gemas laterais. Uma vez inibido, o desenvolvimento das gemas laterais não mais pode ser inibido. O fato de as gemas mais baixas do caule saírem da dormência antes das mais altas tem a ver com o fato de elas estarem mais próximas das raízes, onde são produzidas as citocininas.

Este trabalho objetivou a aplicação de diferentes doses e modos de aplicação de regulador (via semente e via foliar) na produtividade da soja, e utilização de alta dose via semente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No final da década de 60, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. Nesta época, o Brasil também iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no País.

A explosão do preço da soja no mercado mundial, em meados de 1970, desperta ainda mais os agricultores e o próprio governo brasileiro. O País se beneficia de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações. Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptação da cultura às condições brasileiras, processo liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Os investimentos em pesquisa levaram à "tropicalização" da soja, permitindo, pela primeira vez na história, que o grão fosse plantado com sucesso, em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de capricórnio e a linha do equador. Essa conquista dos cientistas brasileiros revolucionou a história mundial da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do final da década de 80 e mais notoriamente na década de 90, quando os preços do grão começaram a cair. Atualmente, os líderes mundiais na produção mundial de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai.

Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina e a China. No Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do país, tendo os Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e de Goiás como os principais produtores do Brasil (AGÊNCIA REUTERS, 2006).

O crescimento é definido como um aumento irreversível no tamanho e número de células, portanto o desenvolvimento é a transformação da aparência das diferentes células nos órgãos da planta. Baseado nessa definição, segundo Kaufmann (1988).

Uma distinção pode ser feita entre os termos hormônio vegetal e reguladores de crescimento. O hormônio vegetal é uma substância natural produzida pela própria planta. E

regulador de crescimento são hormônios sintetizados quimicamente que provocam reações similares às aquelas causadas pelos naturais. Os cinco grupos de hormônios naturais de plantas conhecidos são: auxinas (AIA, IBA, ANA,) giberelinas (GAs em várias formas), citocininas (Zeatina, Cinetina, 6-BA), etileno (Etephon) e ácido abscísico (ABA). Reguladores de crescimento ou reguladores vegetais, inclui a forma natural ou sintética de hormônios vegetais que quando aplicados em plantas influenciam no seu crescimento e desenvolvimento.

Radford (1967) apresentou uma série de fórmulas para determinar alguns parâmetros fisiológicos, discutindo as condições necessárias para o uso correto de reguladores de crescimento. Além disto, propôs um método alternativo para a análise de crescimento, envolvendo uma descrição matemática que se baseia na massa da matéria seca e na área foliar em função do tempo, acompanhado de cálculo das estimativas instantâneas dos diferentes parâmetros da análise de crescimento.

Por sua vez, Castro (1981), estudando os efeitos da pulverização de Agrostemin (alantoina, triptofano, ácido fólico, ácido alantóico, ácido glutâmico e adenina) na pré-floração em soja "Davis", verificou que a substância promoveu aumento na área foliar e na taxa assimilatória líquida, revelando que o ganho em produtos da fotossíntese por unidade de área foliar foi maior nestas plantas, mostrando o efeito estimulatório desse biorregulador. O mesmo autor cita que a taxa de crescimento relativo mostrou-se mais elevada nas plantas tratadas, indicando que o estimulante vegetal aumentou a produção de matéria seca por unidade de área foliar.

Alleoni et al. (2000), avaliando o efeito do Stimulat nos tratamentos (0, 250, 375 e 750 mL ha⁻¹) aplicadas nas sementes e em pulverizações (3º trifólio, 15 dias depois da aplicação no estágio de 3º trifólio e no início do florescimento), no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), os autores concluíram que houve um acréscimo no desenvolvimento inicial em até 1,2 % quando o Stimulate foi aplicado via semente e em até 4,3% no desenvolvimento final. Observaram também, que o número de vagens/planta, número de grãos/vagem e número de internos tiveram aumentos de até 4,7%, 1,7% e 8,0%, quando o produto foi aplicado nas sementes, via foliar e aplicação nas sementes e nas folhas.

Segundo Castro e Viera (2001), as sementes de soja (CD 206) que receberam tratamentos com Stimulate antes da semeadura e no sulco de semeadura emergiram mais

cedo que a testemunha e que os outros tratamentos, e mostraram um maior número de sementes germinadas dez dias após a semeadura. O número de vagens por planta e peso de mil grãos nos tratamentos com Stimulate foram maiores do que a testemunha. A produtividade foi influenciada positivamente pelos tratamentos com Stimulate. Houve um aumento de 1.389 kg ha^{-1} entre o melhor tratamento (Stimulate, na dose de 500 mL ha^{-1} , via pulverização foliar) e a testemunha, sendo a produtividade de 3.634 e 2.345 kg ha^{-1} , respectivamente. Ainda, conforme os autores, o produto permite diferentes formas de utilização, o que é desejável, de acordo com o sistema utilizado.

Além da água, luz, dióxido de carbono e várias substâncias minerais, uma planta requer outros produtos químicos para o seu crescimento. Essas substâncias, chamadas hormônios, são produzidas numa parte do organismo e transportadas para outra, onde promoverão algum efeito especial. Geralmente, são necessárias somente em quantidades extremamente pequenas. Na maioria dos casos são produzidas pela própria planta em quantidades adequadas. Na grande maioria das plantas superiores existem três classes principais de hormônios reguladores de crescimento: as auxinas, as giberelinas e as citocininas.

Na prática, essas substâncias naturais ou sintéticas podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos e sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Através dessas substâncias pode-se interferir em diversos processos, tais como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO; VIEIRA, 2001).

As auxinas são sintetizadas nas plantas em regiões de crescimento ativo, como o meristema apical, as gemas axilares, as folhas jovens e os meristemas das raízes e migram para à zona de alongamento, onde são necessárias ao processo de distensão. Se o ápice de um caule em rápido crescimento for removido, o crescimento na região abaixo do corte reduzir-se-á imediatamente. Dentro de algumas horas ou dias, dependendo do tipo de planta, o crescimento da parte afetada sofrerá uma parada completa. Se a extremidade cortada for recolocada, o crescimento do caule continuará quase normalmente, mostrando que alguma influência originada no ápice é conduzida através do ferimento para as células em crescimento. A auxina produzida pela gema apical inibe o crescimento das laterais, verificando também a necessidade da auxina para o crescimento do caule (GUIMARÃES, 1979).

A auxina é importante também para o crescimento das folhas o que envolve divisão expansão e diferenciação celular. Folhas jovens são centros ativos de síntese, sendo que essa atividade decresce com a idade das folhas.

As raízes são extremamente sensíveis às auxinas, sendo que já foi comprovado que estacas com folhas ou gemas em desenvolvimento enraízam mais facilmente do que em estacas se folhas ou gemas. Isto sugeriu que um hormônio formador de raízes se translocaria das gemas para a parte basal das estacas, provocando o enraizamento. Essa observação foi demonstrada aplicando-se extratos de folhas em sementes e estacas. Posteriormente acumularam-se informações em favor do AIA como principal hormônio formador de raízes.

Segundo Audus (1959) a auxina fornecida pelas gemas em desenvolvimento estimula a atividade cambial na primavera. A remoção das gemas paralisa a divisão celular no câmbio e a aplicação de auxina na parte superior de ramos sem gemas resulta na ativação basípeta normal do câmbio.

O ovário constitui uma rica fonte de auxina, sendo também muito importante no crescimento floral. O estímulo da auxina no estabelecimento de frutos, não provém somente do pólen, mas também do próprio ovário. A polinização estimula a formação de auxina pelo ovário.

A citocinina é um hormônio vegetal, responsável pelas divisões celulares, diferenciação, alongamento celular, crescimento, senescência foliar, dominância apical, germinação, desenvolvimento de organelas, atividade enzimática, abertura estomática, desenvolvimento de frutos e hidrólise de reservas de sementes.

Nas folhas regula o metabolismo, enquanto nos frutos estimula a divisão celular e o crescimento. A citocinina é responsável pela expansão celular, quando o tecido vegetal não possui células meristemáticas e sem influência de outros hormônios por fotossíntese, a citocinina terá influência estimulando a expansão celular.

A citocinina controla a expressão de genes envolvidos na indução de mudanças fisiológicas e morfológicas necessárias à adaptação das plantas, promovendo alterações na taxa metabólica, na atividade enzimática, na indução de formação de órgãos, na quebra de dominância apical, na mobilização de nutrientes orgânicos e inorgânicos e no aumento da longevidade de tecidos e órgãos. O estudo da biossíntese de citocininas tem grandes limitações e uma delas é o fato do nível endógeno de citocininas nos tecidos vegetais ser

extremamente baixo, o que faz com que a dosagem destes compostos seja algo trabalhoso (PERES et al., 1997).

Nos últimos anos, alguns estudos foram desenvolvidos com a utilização de bioestimulantes em grandes culturas como a soja, arroz, milho e feijão (CASTRO; VIEIRA, 2003). Estes estudos tem apontado para ganhos em produtividade devido a incrementos no sistema radicular na fase de estabelecimento da cultura, após a germinação, e aumento de pegamento de vagens, nas culturas de soja e feijão.

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o potencial das sementes de várias espécies. Segundo Khan et al. (1978), o uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes.

Castro e Vieira (2001), constataram, através de estudos com a cultura da soja, que o uso de bioestimulante não afeta a eficiência dos fungicidas, quando utilizados em associação no tratamento de sementes. A germinação das sementes e o vigor das plântulas não foram afetados pelos fungicidas ou pela associação com o bioestimulante. Assim, o tratamento de sementes com fungicidas e bioestimulante pode ser realizado em uma única operação, trazendo vantagens econômicas para o produtor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e preparação da área

O experimento foi conduzido na Fazenda Pinusplan, localizada no município de Uberlândia – MG, no ano de 2005, com declividade suave, e textura arenosa, temperatura média de 25°C, altitude de 850m acima do nível do mar, precipitação em torno de 1200 mm/ano, umidade relativa do ar 50-60% (inverno), 85-90% (verão).

A semeadura da soja, variedade Monarca, ocorreu no dia 14/11/2005 manualmente. Nesta ocasião, as sementes foram tratadas com 0,2 a 0,3 L de fungicida para 100 kg de sementes e inoculadas com 0,1 L de inoculante para 100 kg de sementes.

A adubação de semeadura foi realizada aplicando-se 300 kg ha⁻¹ da formulação 03-32-06 (Turbo Serrana) no sulco. Aproximadamente 30 dias após o plantio, foi realizada uma adubação potássica com 78 kg ha⁻¹ de KCl.

Para o controle de plantas daninhas, no dia 07/01/06 foi realizada aplicação de herbicidas de acordo com as plantas infestantes da área.

A colheita para análise de produtividade e para o peso de 1000 grãos foi realizada manualmente.

O fitormônio utilizado (Kelpak) é composto de 11g L⁻¹ de auxina e 0,031 mg L⁻¹ de citocinina (numa proporção de 350:1). Este produto é extraído de algas marinhas (*Echlonia maxima*) de ocorrência na África do Sul onde o Kelpak é produzido. O extrato é retirado do sulco celular por processo de vaco pressão, não sendo utilizado método químico e nem resfriamento para a extração. Tal produto visa principalmente o enraizamento da planta.

Os dados obtidos da colheita seguem em anexo.

As características químicas do solo se encontram na Tabela 1 e 2, e o fertigrama do solo da Fazenda Pinus Plan se encontra na Figura 1.

Tabela 1. Análise química do solo da Fazenda Pinus Plan. Uberlândia – MG, 2005.

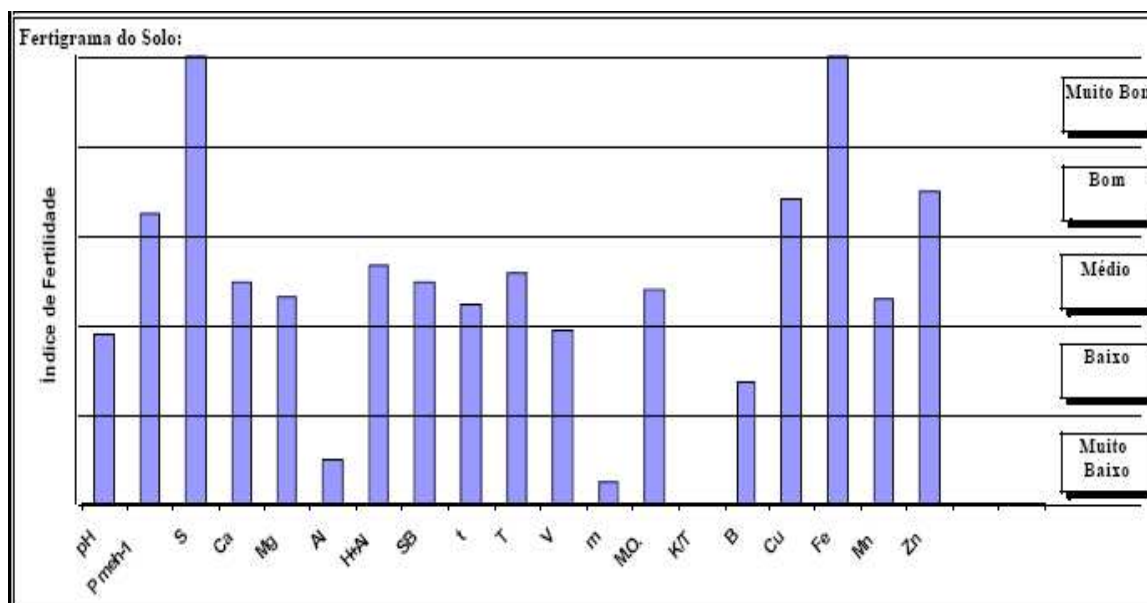
pH	P	K	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	SB	t	T	V	M.O.	
1:2,5mg dm ³cmol _c .dm ³%.....			
5,3	22,6	100,0	0,1	1,8	0,6	4,2	2,7	2,80	6,90	39	2,8	

P, K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Al, Ca, Mg =(KCl mol l_c⁻¹); M.O. = (Walkley-Black), SB= soma de bases/t =CTC efetiva/ T=CTC a pH 7,0/ V= Sat. por bases.

Tabela 2. Análise de micronutrientes do solo da Fazenda Pinus Plan. Uberlândia – MG, 2005.

B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ⁻²
.....mg.dm ³					
0,07	1,3	63	2,3	2,1	38

B = [BaCl₂.2H₂O a 0,125% à quente]; Cu,Fe,Mn,Zn = [DTPA 0,005M+CaCl 0,01M+ TEA 0,1M a pH 7,3]; S-SO₄⁻² = Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹.

**Figura 1.** Fertigráfico do solo da Fazenda Pinus Plan. Uberlândia – MG, 2005.

3.2 Delineamento experimental

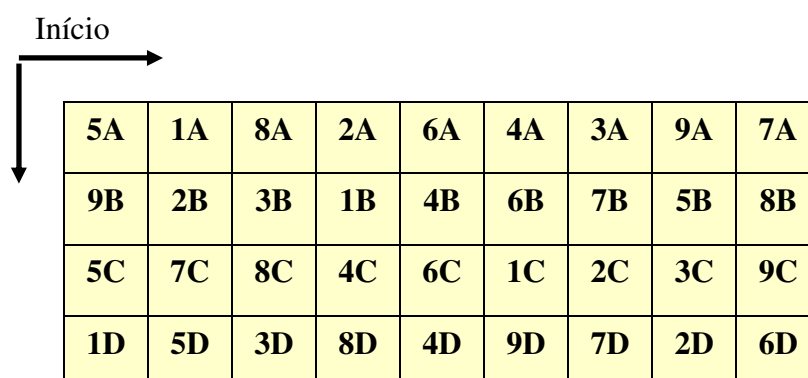
O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas. Cada parcela continha 6 linhas de 6 m, espaçadas de 0,5 m. Foram colhidas 4 linhas de 6 m, o que resulta em uma área útil de 12 m².

Os tratamentos utilizados são citados na Tabela 3, e o croqui do experimento é demonstrado na Figura 2.

Tabela 3. Relação dos tratamentos.

Tratamentos	Produto	Dosagem
1 (T1)	Kelpak: semente	0,2 L ha ⁻¹
2 (T2)	Kelpak: foliar 15 DAE	2,0 L ha ⁻¹
3 (T3)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE	0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹
4 (T4)	Kelpak: semente	0,1 L ha ⁻¹
5 (T5)	Kelpak: foliar 15 DAE	1,0 L ha ⁻¹
6 (T6)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE	0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹
7 (T7)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE	0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹
8 (T8)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE	0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹
9 (T9)	Testemunha	-

- DAE: dias após emergência.

**Figura 2.** Croqui do experimento. Uberlândia – MG, 2005.

Foram avaliados a produtividade da cultura (kg ha⁻¹), o peso de 1000 grãos (g) e os teores de micronutrientes foliares. Para avaliar o teor de micronutrientes nas folhas foram

coletadas amostras retirando-se a terceira folha a partir do ápice da planta na haste principal, com o pecíolo, no florescimento pleno da soja. Estas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante. Em seguida elas foram moídas para análise química, que foi realizada no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, conforme Bataglia et al. (1985).

As análises de variância dos dados de peso de 1000 grãos e dos teores de micronutrientes foliares foram feitas pelo Programa de Análises Estatísticas – ESTAT e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Já para os dados de produtividade, foi feito o uso do sistema SisVar utilizando o método dos contrastes ortogonais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado a média dos contrastes para a produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) onde foi apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Médias dos contrastes para produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}).
Uberlândia – MG, 2005.

Contraste	Tratamento	F	Probabilidade
1 (T1 x T9)	Kelpak: semente ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	40,995*	0,0000
2 (T2 x T9)	Kelpak: foliar 15 DAE ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	61,472*	0,0000
3 (T3 x T9)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE ($0,2 \text{ L ha}^{-1} + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	80,029*	0,0000
4 (T4 x T9)	Kelpak: semente ($0,1 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	7,752*	0,0103
5 (T5 x T9)	Kelpak: foliar 15 DAE ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	27,508*	0,0000
6 (T6 x T9)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE ($0,1 \text{ L ha}^{-1} + 1,0 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	10,813*	0,0031
8 (T8 x T9)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE ($0,2 \text{ L ha}^{-1} + 1,0 \text{ L ha}^{-1}$) X Testemunha	63,503*	0,0000
9 (T1 x T2)	Kelpak: semente ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$) X Kelpak: foliar 15 DAE ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$)	2,067 ^{ns}	0,1634
10 (T1 x T3)	Kelpak: semente ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE ($0,2 \text{ L ha}^{-1} + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$)	7,943*	0,0095
11 (T1 x T4)	Kelpak: semente ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$) X Kelpak: semente ($0,1 \text{ L ha}^{-1}$)	13,094*	0,0014

Continua...

Continuação...

Contraste	Tratamento	F	Probabilidade
12 (T1 x T5)	Kelpak: semente (0,2 L ha ⁻¹) X Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹)	1,341 ^{ns}	0,2583
13 (T1 x T6)	Kelpak: semente (0,2 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)	9,699*	0,0047
14 (T1 x T7)	Kelpak: semente (0,2 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)	2,407 ^{ns}	0,1339
16 (T2 x T3)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)	1,906 ^{ns}	0,1801
17 (T2 x T4)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente (0,1 L ha ⁻¹)	25,565*	0,0000
18 (T2 x T5)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹)	6,737*	0,0159
19 (T2 x T6)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)	20,721*	0,0001
20 (T2 x T7)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)	0,013 ^{ns}	0,9103
21 (T2 x T8)	Kelpak: foliar 15 DAE (2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)	0,017 ^{ns}	0,8988
22 (T3 x T4)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹) X Kelpak: semente (0,1 L ha ⁻¹)	41,434*	0,0000

Continua...

Continuação...

Contraste	Tratamento	F	Probabilidade
24 (T3 x T6)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹) X	35,197*	0,0000
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
25 (T3 x T7)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹) X	1,605 ^{ns}	0,2174
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)		
26 (T3 x T8)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹) X	1,568 ^{ns}	0,2225
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
27 (T4 x T5)	Kelpak: semente (0,1 L ha ⁻¹) X	6,054*	0,0215
	Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹)		
28 (T4 x T6)	Kelpak: semente (0,1 L ha ⁻¹) X	0,254 ^{ns}	0,6188
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
29 (T4 x T7)	Kelpak: semente (0,1 L ha ⁻¹) X	26,729*	0,0000
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)		
31 (T5 x T6)	Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹) X	3,828 ^{ns}	0,0621
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
32 (T5 x T7)	Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹) X	7,341*	0,0122
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)		
33 (T5 x T8)	Kelpak: foliar 15 DAE (1,0 L ha ⁻¹) X	7,420*	0,0118
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		

Continua...

Conclusão...

Contraste	Tratamento	F	Probabilidade
34 (T6 x T7)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹) X	21,770*	0,0001
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹)		
35 (T6 x T8)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹) X	21,907*	0,0001
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
36 (T7 x T8)	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,1 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹) X	0,000 ^{ns}	0,9884
	Kelpak: semente + foliar 15 DAE (0,2 L ha ⁻¹ + 1,0 L ha ⁻¹)		
CV%			7,60

- * e ^{ns} significativo e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que todos os tratamentos realizados apresentaram resultados significativos quando comparados com a testemunha. No contraste 1 (T1 x T9), a aplicação de 0,2 L ha⁻¹ de Kelpak via semente (T1) elevou a produtividade da soja em 984,3 kg ha⁻¹ (16,4 sacas ha⁻¹). Houve um aumento de 1.205,3 kg ha⁻¹ (20,1 sacas ha⁻¹) de quando houve a aplicação de 2,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar (contraste 2, T2 x T9).

No contraste 3 (T3 x T9), a aplicação de Kelpak foi em duas vias (0,2 L ha⁻¹ via sementes e 2,0 L ha⁻¹ via foliar). Esse tratamento (T3) apresentou um aumento de 23,6 sacas ha⁻¹ (1.417,5 kg ha⁻¹) quando comparado à testemunha. No contraste 4 (T4 x T9) a aplicação de 0,1 L ha⁻¹ via semente (T4) elevou a produtividade da soja em 428,0 kg ha⁻¹ ou 7,1 sacas ha⁻¹. Já, o contraste 5 se trata da comparação entre a testemunha (T1) e a aplicação 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar aos 15 DAE (T5). Essa aplicação aumentou a produtividade em 806,3 kg ha⁻¹ (13,4 sacas ha⁻¹).

Nos contrastes 6 (T6 x T9), 7 (T7 x T9) e 8 (T8 x T9) a testemunha foi comparada com diferentes doses de Kelpak aplicadas via semente e via foliar aos 15 DAE. As doses de 0,1 e 1,0 L ha⁻¹ (T6) levou a um incremento produtivo de 505,5 kg ha⁻¹ (8,4 sacas ha⁻¹). Quando a dose aplicada nas sementes foi mantida e elevou-se para

2,0 L ha⁻¹ a dose aplicada nas folhas (T7), a produtividade também foi elevada em 20,4 sacas ha⁻¹ (1.222,8 kg ha⁻¹). Já no contraste 8, as doses aplicadas foram de 0,2 L ha⁻¹ nas sementes e 1,0 L ha⁻¹ via foliar (T8), e o aumento na produção de grãos de soja foi de 1.225,0 kg ha⁻¹ (20,4 sacas ha⁻¹).

O contraste 10 (T1 x T3) trata-se da comparação entre a aplicação de Kelpak via semente na dose de 0,2 L ha⁻¹ (T1) e aplicação do mesmo produto via semente na mesma dose anterior + 2,0 L ha⁻¹ via foliar aos 15 DAE (T3). As aplicações em duas épocas levaram a um aumento produtivo de 433,3 kg ha⁻¹ (7,2 sacas ha⁻¹).

No contraste 11 (T1 x T4) houve aumento de produtividade quando se aplicou 0,2 L ha⁻¹ via semente (T1), e comparou-se à aplicação de 0,1 L ha⁻¹ também via sementes (T4). Esse aumento foi significativo, de 556,3 kg ha⁻¹ (9,27 sacas ha⁻¹).

No contraste 13 (T1 x T6), a aplicação de 0,2 L ha⁻¹ (T1) via semente levou a um aumento na produtividade de 8 sacas ha⁻¹ (478,8 kg ha⁻¹) quando comparado à 0,1 L ha⁻¹ de Kelpak via sementes e 1,0 L ha⁻¹ via foliar (T6).

A aplicação de Kelpak via foliar (2,0 L ha⁻¹) aumentou a produtividade significativamente em 777,3 kg ha⁻¹ (13 sacas ha⁻¹), quando comparado à aplicação de 0,1 L ha⁻¹ de Kelpak via sementes (contraste 17, T2 x T4).

Assim como no contraste 17, nos contrastes 18 (T2 x T5) e 19 (T2 x T6), o tratamento onde foi aplicado Kelpak via foliar na dose de 2,0 L ha⁻¹ (T2) apresentou produtividade maior que os tratamentos em que foram aplicados 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar aos 15 DAE (399,0 kg ha⁻¹, 6,7 sacas ha⁻¹) e aplicação de 0,1 L ha⁻¹ via semente e 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar (699,8 kg ha⁻¹, 11,7 sacas ha⁻¹), respectivamente.

Os contrastes 22 (T3 x T4), 23 (T3 x T5) e 24 (T3 x T6) comparam o tratamento 3 (0,2 L ha⁻¹ de Kelpak via sementes e 2,0 L ha⁻¹ via foliar) com a aplicação de 0,1 L ha⁻¹ via sementes, 1,0 L ha⁻¹ via foliar e 0,1 L ha⁻¹ via sementes + 1,0 L ha⁻¹ via foliar, respectivamente. Todos os contrastes apresentaram aumentos significativos de produtividade no tratamento 3, sendo que o contraste 22 foi de 989,5 kg ha⁻¹ (16,5 sacas ha⁻¹), 611,3 kg ha⁻¹ (10,2 sacas ha⁻¹) no contraste 23 e 912,0 kg ha⁻¹ (15,2 sacas ha⁻¹) no contraste 24.

A aplicação de 0,1 L ha⁻¹ de Kelpak via semente (T4) apresentou produtividades significativamente inferiores nos contrastes 27, 29 e 30. No contraste 27

(T4 x T5), essa aplicação foi comparada à aplicação de 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar (T5) que apresentou aumento de 6,3 sacas ha⁻¹ (378,3 kg ha⁻¹) de soja. No contraste 29, o aumento foi provocado pela aplicação de 0,1 L ha⁻¹ via semente e 2,0 L ha⁻¹ via foliar (T7). Esse aumento foi significativo, de 13,2 sacas ha⁻¹ (794,8 kg ha⁻¹). Já no contraste 30, o aumento de 13,3 sacas ha⁻¹ ou 797,0 kg ha⁻¹ na produtividade da soja foi devido à aplicação de 0,2 L ha⁻¹ de Kelpak via semente e 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak via foliar (T8).

O contraste 32 (T5 x T7) foi significativo, apresentando aumento de 416,5 kg ha⁻¹ (6,9 sacas ha⁻¹) quando foram aplicados 0,1 L ha⁻¹ de Kelpak via semente e 2,0 L ha⁻¹ via foliar (T7), comparado com a aplicação foliar de 1,0 L ha⁻¹ de Kelpak (T5). Esse último tratamento também foi inferior quando comparado à aplicação de 0,2 L ha⁻¹ nas sementes e 1,0 L ha⁻¹ nas folhas (T8). Essa comparação foi feita no contraste 33 (T5 x T8) e o aumento foi significativo, de 418,8 kg ha⁻¹ (7 sacas ha⁻¹).

De acordo com o contraste 34 (T6 x T7), podemos observar que quando se aumentou de 1,0 para 2,0 L ha⁻¹ a dose aplicada via foliar e manteve a dose nas sementes de 0,1 L ha⁻¹ (T7), o aumento de produtividade foi de 12 sacas ha⁻¹ ou 717,3 kg ha⁻¹. Já no contraste 35 (T6 x T8), o aumento foi na dose aplicada nas sementes (de 0,1 L para 0,2 L ha⁻¹), mantendo a dose foliar em 1,0 L ha⁻¹ (T8). O aumento na dose levou ao aumento de produtividade, de 719,5 kg ha⁻¹ (12 sacas ha⁻¹).

Fica considerado a superioridade produtiva dos tratamentos T3, T8, T7 e T2 em comparação com os demais, devido a aplicação nas duas épocas suprir em dois momentos a necessidade da cultura, ou seja, na germinação, enraizamento e fase reprodutiva, e o T2 ter sido utilizado a maior dosagem sendo de grande valia na fase reprodutiva.

O resultado do peso médio de 1000 grãos de soja são apresentados na Tabela 5.

Vellini e Rosolen (1997) em experimento realizado com a cultura do feijoeiro com Stimulate, verificaram que o peso de 1000 grãos não foi afetado pelos tratamentos. Assim segundo os autores, os tratamentos aplicados até o florescimento, são mais importantes para o aparecimento de resultados na produtividade.

Tabela 5. Peso médio de 1000 grãos de soja. Uberlândia – MG, 2005.

Tratamentos	Médias
1	135,761
2	138,464
3	134,318
4	136,886
5	140,054
6	136,923
7	138,000
8	134,528
9	142,058
DMS	12,2988
CV%	3,72

- Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Os pesos médios de 1000 grãos de soja e os teores foliares de micronutrientes não apresentaram diferenças significativas em relação aos diferentes tratamentos aplicados.

Os teores de micronutrientes foliares na soja estão representados na Tabela 6.

Tabela 6. Teores de micronutrientes foliares na soja. Uberlândia – MG, 2005.

Tratamentos	Micronutrientes				
	mg kg⁻¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	30,5	11,0	165,0	36,7	35,5
2	31,7	11,0	143,0	31,0	37,5
3	32,2	12,0	128,0	34,2	32,0
4	31,5	11,7	131,7	33,5	33,7
5	32,0	10,7	172,7	29,0	28,2
6	30,2	10,7	133,7	31,2	30,5
7	39,2	12,0	173,5	38,2	33,7

Continua...

Tratamentos	Micronutrientes				
	mg kg ⁻¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
8	37,2	11,7	163,0	29,0	30,2
9	31,5	11,2	147,5	38,0	32,5
DMS	13,9026	2,1771	60,2455	15,5346	11,2126
CV%	17,56	7,97	16,60	19,31	14,27

- Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Sugere-se a repetição deste ensaio em solos com outras características químicas e em outros locais, para a reavaliação do produto.

5 CONCLUSÕES

Nas condições desse ensaio, pode-se concluir que:

- A aplicação do regulador de crescimento via foliar e via semente elevou a produtividade da soja, em comparação à testemunha..
- A aplicação de $0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de regulador de crescimento via semente não causou fitotoxicidade nas plântulas de soja.
- Visto não ter diferença significativa entre os tratamentos:

T3 ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$ semente + $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE)

T8 ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$ semente + $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE)

T7 ($0,1 \text{ L ha}^{-1}$ semente + $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE)

T2 ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$ foliar 15 DAE)

Fica considerado a superioridade produtiva em comparação com os demais tratamentos.

A utilização de regulador de crescimento não alterou o peso de 1000 grãos, e o teor de micronutrientes foliares.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. **Efeito dos Reguladores Vegetais de Stimulate no Desenvolvimento do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias 2000.
- AUDUS, L.J. **Plant Growth Substances**. Londres: Leonard Hill, 1959, p. 95-98.
- CASTRO, P.R.C.; MORAES, R.S. Ação de fitorreguladores na produtividade da soja cultivar Davis. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.38, n.1, p. 127-137, 1981.
- CASTRO, P.R.C.; VELLO, N.A. Ação de fitorreguladores no desenvolvimento da soja cultivar Davis. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.38, n.1, p.269-279, 1981.
- CASTRO, P.R.E.; VIEIRA, E L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In : FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. (ed). **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003, p. 62-66.
- CASTRO, P.R.E.; VIEIRA, E.L. **Aplicação de reguladores de crescimento na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001, 588p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal** 2. ed. São Paulo, 1979, p. 90-92
- HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E. FLOCKER, W.J. **Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988, 674p.
- MANARA, N. T. F. Origem e expansão. In: SANTOS, O. S. dos. (Ed.). **A cultura da soja – 1**. Editora Globo, Rio de Janeiro, p.13-23.1988.
- PHARIS, R.P. ROOD, S.B; KAUFMANN, J.E. Practical considerations in using growth regulators on turfgrass. In: PHARIS, R.P.; ROOD, S.B. (Ed). **Plant growth substances**. Germany, Heidelberg, Springer-Verlag. p.585-594. 1988.
- PERES, L.E.P; MERCIER, H; KERBAUY, G.; ZAFFARI, G. R. Níveis endógenos de AIA, citocininas e ABA em uma orquídea acaule e uma bromélia sem raiz, determinado por HPLC e ELISA. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Paulo, v.9: p.169-176, 1997.
- RADFORD, R J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p. 171-175, 1967.
- VELLINI, E.D.; ROSOLEM, C.A. **Eficácia Agrônômica de Stimulate**. Botucatu: UNESP, 1997, 8p.