



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA
CONVENCIONAL E GENETICAMENTE MODIFICADA EM
RELAÇÃO À APLICAÇÃO VIA SEMENTES E FOLIAR DE PRODUTO
BIOESTIMULANTE**

DANILA COMELIS BERTOLIN
Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: *Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá*

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira - UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia – Especialidade em Sistemas de Produção Vegetal.

**ILHA SOLTEIRA - SP
FEVEREIRO DE 2008**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

B546p	<p>Bertolin, Danila Comelis. Produção e qualidade de sementes de soja convencional e geneticamente modificada em relação à aplicação via sementes e foliar de produto bioestimulante / Danila Comelis Bertolin. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2008 73 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008</p> <p>Orientador: Marco Eustáquio de Sá Bibliografia: p. 62-72</p> <p>1. Plantas oleaginosas. 2. Adubação foliar. 3. Produtividade agrícola.</p>
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E GENETICAMENTE MODIFICADA EM RELAÇÃO À APLICAÇÃO VIA SEMENTES E FOLIAR DE PRODUTO BIOESTIMULANTE

AUTORA: DANILA COMELIS BERTOLIN

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. EDSON LAZARINI
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dra. GISELE HERBST VAZQUEZ
Laboratório de Sementes / Universidade "Camilo Castelo Branco"

Data da realização: 07 de março de 2008.


Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Dedico

Aos meus pais

Sergio Aparecido Bertolin e

*Rosalina Comelis Bertolin, por toda estrutura, por todo amor,
confiança e por estarem sempre ao meu lado.*

Ofereço

Aos meus irmãos

Daniela Comelis Bertolin, e

*Sergio Comelis Bertolin, pelo apoio,
companheirismo e confiança em minha jornada.*

Agradecimentos

Ao professor Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela orientação, confiança, e amizade que tornaram possível a realização deste trabalho e pelos ensinamentos que me acompanharão pela vida toda.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Campus de Ilha Solteira-SP, a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia , especialidade em “Sistemas de Produção” pela oportunidade da realização deste curso de mestrado, e aos professores do Programa de Pós Graduação.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo e apoio institucional.

Ao departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Sementes e Sócio-economia, pelo apoio.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa que me ajudaram na implantação e condução do experimento, também aos funcionários da Seção de Pós-Graduação.

Às amigas Engenheiras Agrônomas Adriana de Souza Colombo, Ticiane Petean Pina, Letícia Lisboa Oliveira, Flavia Aparecida Carvalho Mariano, Franciele Louise Bueno Melo de Carvalho, Maria Cecília Cavallini, Lísia Borges Atílio, Eliêda Mariane Lopes Fernandes e Érica Moreira, também ao amigo Engenheiro Agrônomo Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, que me acompanharam durante o mestrado e não mediram esforços para a concretização deste trabalho .

À Deus pelos desafios superados.

As Mãos do Meu Pai

*As tuas mãos tem grossas veias como cordas azuis
sobre um fundo de manchas já cor de terra
— como são belas as tuas mãos —
pelo quanto lidaram, acariciaram ou fremiram
na nobre cólera dos justos...*

*Porque há nas tuas mãos, meu velho pai,
essa beleza que se chama simplesmente vida.
E, ao entardecer, quando elas repousam
nos braços da tua cadeira predileta,
uma luz parece vir de dentro delas...*

*Virá dessa chama que pouco a pouco, longamente,
vieste alimentando na terrível solidão do mundo,
como quem junta uns gravetos e tenta acendê-los contra o vento?
Ah, Como os fizeste arder, fulgir,
com o milagre das tuas mãos.*

*E é, ainda, a vida
que transfigura das tuas mãos nodosas...
essa chama de vida — que transcende a própria vida...
e que os Anjos, um dia, chamarão de alma...*

Mario Quintana

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA EM
RELAÇÃO À APLICAÇÃO VIA SEMENTES E FOLIAR DE PRODUTO
BIOESTIMULANTE**

Autor: Danila Comelis Bertolin

Orientador: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja, sendo esta uma cultura bastante tecnificada. A utilização de produtos bioestimulantes proporciona incremento no desenvolvimento vegetal e poucos estudos abordam aspectos fisiológicos da soja relacionados à aplicação destes. O uso de novas técnicas culturais tem sido uma das formas de buscar melhoria na produtividade e qualidade das sementes. Foi instalado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, no município de Selvíria-MS, um experimento com a cultura da soja, cujo objetivo foi avaliar a utilização de produto bioestimulante (citocinina, ácido indolbutírico, ácido giberélico) em aplicações via sementes e via foliar em diferentes estádios fenológicos da cultura, em duas cultivares, sendo uma convencional e outra geneticamente modificada na qualidade das sementes produzidas. Os tratamentos foram as duas cultivares, e aplicações do produto via sementes na dose de 6 mL do produto comercial por quilo de sementes, via foliar na dose de 0,25 L do produto comercial por hectare, nos estádios V₅, R₁ e R₅, sendo realizada combinação desses fatores, resultando em 15 tratamentos de aplicação do produto bioestimulante, totalizando 30 tratamentos. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 4 repetições. Foram avaliadas as variáveis altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, ramos por planta, número de vagens por planta e número de sementes por vagem, primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plantas em campo e massa de 100 sementes. A cultivar normal apresentou resultados superiores ao do cultivar geneticamente modificada para a maioria das variáveis estudadas. A utilização do produto bioestimulante incrementou o número de vagens por planta e a produtividade de sementes. Para produtividade de sementes o tratamento com bioestimulante proporcionou aumento de 59% em relação à testemunha. Foram observadas diferenças estatísticas entre algum tratamento com o produto em relação à testemunha para emergência de plantas e massa de 100 sementes, com incremento de 17% e 16% respectivamente. Os modos de aplicação, via sementes e foliar, não diferiram entre si. O produto bioestimulante incrementa a produtividade de sementes e proporciona sementes

com maior capacidade de emergência em campo e quando da realização de aplicação foliar do produto a escolha do estágio fenológico é importante.

Palavras-chave: fitorregulador, fenologia, transgênica, tratamento de sementes, aplicação foliar.

YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN CULTIVARS SEEDS IN RELATION TO THE APPLICATION ON SEEDS AND FOLIAR APPLICATION OF PRODUCT BIOESTIMULANT

Author: Danila Comelis Bertolin

Adviser: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of soybean, being a culture quite advanced. The use of products provides bioestimulants increase in plant development and few studies address physiological aspects of the soybean related to the application of these. The use of new farming techniques has been one of the ways to seek improvement in productivity and quality seeds. The experiment was installed in the Farm of Teaching and Research of the UNESP, Universidade Estadual Paulista, in the Selvíria county MS, with the soybean crop, whose purpose was to evaluate the use of product bioestimulanting (cytokinin, indolebutyric acid, gibberellic acid), applications on seeds and foliar application at phenological different stages of crops in two varieties, one conventional and another genetically modified. The treatments were cultivars, and applications of the product in the seed in the dose of 6 mL of the commercial product per kilo of seeds, leaf at the dose of 0,25 liters of the commercial product per hectare, in stages V₅, R₁ and R₅, and the combination of these factors totaling 30 treatments. The experimental design was randomized blocks with 4 repetitions. Were evaluated the variables: height of plants, height insertion of the first pod, branches per plant, number of pods per plant and number of seeds per pod, standard germination, first count, speed germination index, accelerated aging, field emergency and mass of 100 seeds. Cultivar presented results above the normal of cultivating genetically modified for all variables studied. The use of the product bioestimulantig increased the number of pods per plant and seed yield. To seed yield treatment with bioestimulante provided increase of 59% compared to control. There were statistical differences between any treatment with the product in relation to the witness for emergence of plants and mass of 100 seeds, with increment of 17% and 16% respectively. The modes of application, in the seeds and leaves, did not differ among themselves. The product bioestimulanting increase seeds yield and provided seeds with greater capacity in the field of emergency and when the holding of foliar application of the product the choice of phenological stage is important.

Keywords: fitorregulador, phenology, transgenic, applications on seeds, foliar application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de temperatura e umidade relativa médios do ar ocorridos durante o ciclo da soja. Selvíria-MS, 2006-2007.....	45
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Descrição dos estádios vegetativos.....	24
Tabela 2.	Descrição dos estádios reprodutivos.....	24
Tabela 3.	Análise química do solo da área experimental. Selvíria-MS, 2006.....	45
Tabela 4.	Tratamentos realizados.....	46
Tabela 5.	Contrastes ortogonais formulados.....	49
Tabela 6.	Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis vagens verdes, vagens secas, número total de vagens, número de sementes por vagem e produtividade de grãos, em relação aos cultivares Conquista e Valiosa RR. Selvíria 2006/07.....	50
Tabela 7.	Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis altura de plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem em relação aos cultivares Conquista e Valiosa RR. Selvíria, 2006/07.....	51
Tabela 8.	Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis vagens verdes, vagens secas, número total de vagens, sementes por vagem e produtividade de sementes. Selvíria, 2006/07.....	52
Tabela 9.	Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis altura de plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem. Selvíria-MS, 2006/07.....	53
Tabela 10.	Quadrados médios para contraste F entre tratamentos para as variáveis altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens secas, número total de vagens, número de sementes por vagem e produtividade de sementes. Selvíria-MS, 2006/07.....	54

Tabela 11.	Número relativo de vagens secas por planta, total de vagens por planta e produtividade de sementes em função dos contrastes ortogonais significativos entre os tratamentos.....	55
Tabela 12.	Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação(PCG), índice de velocidade de germinação(IVG), envelhecimento acelerado(EA), emergência de plantas(EP) e massa de 100 sementes (M100) em relação aos cultivares Conquista e Valência RR. Selvíria, 2007.....	56
Tabela 13.	Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação(PCG), índice de velocidade de germinação(IVG), envelhecimento acelerado(EA), emergência de plantas(EP) e massa de 100 sementes (M100). Selvíria, 2007.....	57
Tabela 14.	Quadrados médios para contrastes entre os tratamentos para as variáveis envelhecimento acelerado, emergência de plantas e massa de 100 sementes. Selvíria, 2007.....	58
Tabela 15.	Números relativos relacionados à emergência de plantas e massa de 100 sementes, em função dos contrastes ortogonais significativos entre os tratamentos.....	59

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Revisão Bibliográfica.....	16
2.1. A cultura da soja.....	16
2.1.1. Soja geneticamente modificada.....	20
2.1.2. Fenologia.....	23
2.2. Fitormônios.....	29
2.2.1. Auxinas.....	31
2.2.2. Citocininas.....	33
2.2.3. Giberelinas.....	35
2.2.4. Utilização de bioestimulantes.....	37
2.3. Produção de sementes.....	40
3. Material e Métodos.....	44
3.1. Instalação e Condução do Experimento.....	44
3.2. Avaliações Realizadas.....	46
3.3. Delineamento experimental e Análises Estatísticas.....	48
4. Resultados e Discussão.....	50
4.1. Componentes de Produtividade.....	50
4.2. Qualidade de Sementes.....	56
5. Conclusões.....	61
6. Referências	62

1. INTRODUÇÃO

O crescimento em área, o avanço sobre novas regiões agrícolas, principalmente o cerrado, e os constantes aumentos em produtividade foram fundamentais para o Brasil se tornar um dos principais produtores mundiais de grãos. A semente teve papel preponderante na construção deste cenário. A soja passou a ser o produto de maior área plantada graças ao tripé: tecnologia, produção e mercado (CARRARO, 2006).

Bioestimulantes podem ser definidos como misturas de biorreguladores (grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno) ou mistura de um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente (aminoácidos, vitaminas, sais minerais, etc.). Referindo-se às aplicações agrícolas dos biorreguladores, deve-se considerar que algumas plantas cultivadas já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade, estas já não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas adequadamente com defensivos (CASTRO, 2006). A produção de soja no Brasil em algumas regiões dispõe da utilização de elevado nível tecnológico e constante

monitoramento de forma a comprimir as limitações de produção atingindo produtividade e qualidade satisfatórias.

Muitos fatores afetam a qualidade das sementes, destacando-se, dentre eles: origem da semente, adubação, condições climáticas na fase de maturação e colheita, tipo de colheita, secagem, condições de armazenamento, tratamento químico das sementes, sanidade do campo de produção, entre outros. Dessa forma, a produção de sementes de alta qualidade exige uma atenção rigorosa do agricultor (SÁ, 1994).

Este trabalho objetivou avaliar a produção e qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas sobre efeito de bioestimulante de composição: 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico, aplicado via sementes e via foliar em três estádios fenológicos da cultura, V₅, R₁ e R₅, em duas cultivares, sendo uma convencional e a outra geneticamente modificada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DA SOJA

A soja, cujo nome científico é *Glycine max* (L.) Merrill, é nativa da Ásia sendo considerada uma das culturas mais antigas daquela área. Com base na distribuição de *Glycine ussuriensis*, provável progenitor da soja atualmente cultivada, a origem seria na China, nas regiões Norte e Central (COSTA, 1996). De acordo com Embrapa (2004) a soja é uma cultura originária da China, onde é utilizada na alimentação humana há mais de cinco mil anos. Em seu país de origem a soja é considerada um “grão mágico” devido às suas características nutricionais.

O grão de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se constitui em uma excelente fonte de proteína e óleo vegetal, atendendo as exigências alimentares humana e animal destes compostos, encontrando-se entre os mais consumidos mundialmente, sendo este consumo em torno de 200 milhões de toneladas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2004).

A soja é uma planta herbácea pertencente à família das Leguminosas, subfamília das Papilionáceas e à tribo das Faseoláceas, geralmente anual, raramente perene. O caule é ramoso, com 80 a 150 cm de comprimento. As folhas são longopecioladas, com 3 folíolos cordiformes, muito desenvolvidos e peludos na parte inferior. As flores, reunidas em cachos curtos, são axilares, sésseis, brancas, violáceas ou amarelas, conforme a variedade. As vagens, levemente arqueadas, subcomprimidas, peludas, têm de 1 a 5 sementes. As sementes lisas, ovóides, globosas ou elípticas, possuem hilo quase sempre castanho, mas cuja coloração

difere de acordo com a variedade. Há sementes brancas, amarelas, escuras, negras, vermelhas, vermelho-escuras, verdes, verde-amareladas ou matizadas. O comprimento varia entre 3 e 7 mm. O peso de 100 sementes varia entre 5 e 17 gramas, de acordo com a variedade (GOMES, 1976).

A cultura da soja devido à sua rusticidade, permitiu a ocupação de novas fronteiras agrícolas. Atualmente não existem limitações do cultivo dessa leguminosa devido à latitude, pois existem genótipos melhorados que foram adaptados às diversas condições. Apesar da expansão da cultura ter sido realizada em solos pobres em fertilidade, os rendimentos destas áreas tem sido até superiores aos daquelas tradicionais, estimulando os agricultores e a participação do governo através de incentivos (TANAKA et al., 1993).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, pois os grãos são muito ricos em proteínas, apresentando um teor médio de 6,5% de N. As fontes de fornecimento desse elemento às plantas de soja são: o solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica; a fixação não biológica, resultante de descargas elétricas, combustão e vulcanismo, os fertilizantes nitrogenados e o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂) (HUNGRIA et al., 2001).

A soja, sendo uma leguminosa, apresenta a capacidade de obter nitrogênio do ar através do processo de fixação simbiótica. A fixação simbiótica só se realiza quando as bactérias invadem suas raízes para formar os nódulos, onde se processará a fixação. A bactéria específica para a soja é o *Bradyrhizobium japonicum* (COSTA, 1996).

A inoculação, que é a adição à semente de *Bradyrhizobium japonicum*, é o primeiro passo para a obtenção de boa nodulação e adequado suprimento de nitrogênio às plantas. É recomendável que se faça a inoculação todos os anos, de forma que a nodulação ocorra com as estirpes presentes no inoculante e não com aquelas estabelecidas no solo, de baixa eficiência na fixação de nitrogênio. Em lavouras de primeiro cultivo com soja, dobrar a quantidade recomendada de inoculante. Nas áreas com cultivo anterior de soja os ganhos com a inoculação são menos expressivos do que os obtidos em solos de primeiro ano. Mesmo assim têm sido observados ganhos de 5 a 15% no rendimento de grãos com a inoculação em áreas já cultivadas. A dose do inoculante deve ser mantida de forma a favorecer as estirpes inoculadas, que sofrem a competição das estirpes do solo para a formação dos nódulos (COSTA, 1996).

A disponibilidade de água é importante, principalmente em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos.

Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água, são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja deve absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar uma boa germinação. Nesta fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total de água disponível e nem ser inferior a 50% (EMBRAPA SOJA, 1999).

A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm.dia⁻¹), decrescendo após este período. Déficits hídricos expressivos, durante a floração e enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como conseqüência, causam a queda prematura de folhas, queda de flores e abortamento de vagens, resultando, por fim, na redução do rendimento de grãos. Para obtenção do rendimento máximo, a necessidade de água na cultura da soja, durante todo o seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo (EMBRAPA SOJA, 1999).

As temperaturas a que a soja melhor se adapta estão entre 20°C e 30°C, sendo que a temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30°C (EMBRAPA SOJA, 1999).

A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por isso, a soja é considerada uma planta de dia curto. Em função dessa característica, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida em que se desloca em direção ao norte ou ao sul (EMBRAPA SOJA, 1999).

A melhor época de semeadura varia em função do cultivar, da região de cultivo e das condições ambientais do ano agrícola, afetando de modo acentuado a arquitetura e o comportamento da planta. As perdas na colheita mecânica, podem chegar a níveis muito elevados quando a semeadura ocorre em épocas inadequadas (EMBRAPA, 1996).

Também segundo Nakagawa et al. (1983) para as condições brasileiras, a época de semeadura varia em função do cultivar, região de cultivo e condições ambientais do ano agrícola, geralmente apresentando uma faixa recomendável de outubro à dezembro. O mês de novembro, de maneira geral, tem proporcionado os melhores resultados de produtividade nos estados onde a cultura é cultivada tradicionalmente. Estabelecer a estação mais adequada de semeadura para a produção

de sementes com qualidade fisiológica e sanitária elevadas depende de uma série de fatores, especialmente dos caracteres genéticos dos cultivares e das circunstâncias climáticas predominantes na região onde são implantados. Entre os fatores mais importantes estão os que afetam a qualidade fisiológica das sementes de soja, a definição correta da época de semeadura, a determinação das regiões mais apropriadas para a produção de sementes, o uso de cultivares de qualidade e a realização da colheita na época adequada, evitando danos mecânicos, ataque de insetos e infecções causadas por microrganismos e armazenamento inadequado (COSTA et al., 1995).

Segundo Sichmann (1986) é importante plantar os cultivares recomendados para sua região. O plantio de cultivares diferentes, especialmente os precoces, poderá trazer prejuízos quando não alcançam altura adequada para a colheita mecanizada, em algumas regiões do Estado de São Paulo e do Brasil Central.

A produção de sementes de soja de alta qualidade tem sido problemática na região do Brasil Central, devido, principalmente às condições climáticas desfavoráveis durante as fases de maturação e colheita. Uma alternativa possível, que pode amenizar este problema, é a escolha da época mais favorável para a semeadura dos campos de produção de sementes, fazendo com que sua maturação coincida com períodos de temperaturas amenas e índices pluviométricos menores (FRANÇA NETO et al., 1985).

A compra de insumos é um indicador importante das intenções de plantio de uma nova safra e de seu volume: a quantidade de fertilizantes adquiridos é um importante índice tecnológico da quantidade e, portanto, garantia de que as lavouras estarão menos dependentes dos fatores naturais para atingir níveis adequados de rendimento agrícola (MONTEIRO, 1995).

O Brasil, segunda potência mundial na produção de soja, está a caminho de liderar este mercado, uma vez que é o único grande produtor com potencial para expandir sua atual área de cultivo significativamente, dada sua imensa reserva de terras aptas para a produção da oleaginosa. O mais importante da trajetória da soja brasileira não é o crescimento da sua área cultivada (1.319.000 ha em 1970, contra 23.200.000 ha em 2005), mas o expressivo aumento da produtividade (média de 1.089 kg.ha⁻¹ nos anos 60, contra 2.800 kg.ha⁻¹ em 2003), resultado do uso de tecnologias (DALL'AGNOL, 2006).

A organização e o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Sementes coincide com o início da modernização e mecanização da agricultura a partir da década de 70. Somente com o uso de sementes melhoradas e de elevado padrão de qualidade,

foi possível o avanço em área e produtividade. Neste período houve uma estruturação intensa da pesquisa varietal e da indústria de sementes. Ao mesmo tempo em que surgiram empresas de pesquisa públicas e privadas, programas governamentais foram implementados para treinamento técnico e financiamento de estruturas, além da implementação de leis e normas que deram diretrizes para o surgimento e a consolidação deste sistema (CARRARO, 2006).

2.1.1. SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA

A biotecnologia gera produtos cada vez mais acrescidos de conceitos: resistente a herbicidas, mais produtivos e capazes de produzir com maior qualidade (SIMON, 2006).

Em 1965 foi promulgada a Lei nº4.727, normatizando a fiscalização do comércio de sementes e mudas. Com a Portaria nº524 de 1967, o Ministério da Agricultura estabeleceu as primeiras normas gerais de uma política nacional para a produção de sementes, dando as primeiras diretrizes para o papel da indústria privada de sementes e a competência dos órgãos governamentais, iniciando as discussões que originaram o Plano Nacional de Sementes – PLANASEM. Completando esta fase inicial da organização foi promulgada em 1977 a Lei nº 6.507, que dispunha sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de sementes e mudas em todo o território nacional, tendo sido a mesma regulamentada pelo Decreto nº81.771 de 1978, criando os sistemas de produção de sementes certificadas e fiscalizadas, sistemas que foram sustentados até a promulgação da recente Lei nº 10.711 de 2003 e o Decreto nº 5.153 de 2004, que inicia uma nova fase da legislação de sementes no Brasil. A Lei de Patentes foi revista e alterada em 1996, originando a Lei nº9.279/96 que se refere a patentes, chamada Lei de Propriedade Industrial (LPI) e em 1997 foi promulgada a Lei nº 9.456/97 que rege a proteção de cultivares, denominada Lei de Proteção de Cultivares (LPC). A Lei nº 8.974 de Biossegurança, aprovada em 1995, teve alta influência na obtenção de produtos geneticamente modificados e fez parte deste novo cenário legal, com grande efeito sobre o futuro da agricultura brasileira. Foi regulamentada pelo Decreto nº 1.752, de 1995, que instituiu a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CNTBio, que acompanha toda e qualquer ação desenvolvida no país com OGM's. Após dez anos de sua aplicação foi substituída pela nova Lei de Biossegurança, a Lei nº 11.105/05, regulamentada pelo Decreto nº 5.591 de 22 de novembro de 2005 (CARRARO, 2006).

Das cinco principais culturas transgênicas cultivadas no mundo, as duas principais foram soja e milho. Em 2003, a soja resistente a herbicida foi a cultura transgênica dominante (52% da área global de transgênicas), seguida por milho tolerante a insetos (24%), canola resistente a herbicida (9%), algodão resistente a insetos e a herbicida (9%) e milho resistente a herbicida (6%) (JAMES, 2001).

A aplicação de glifosato em pós-emergência da cultura da soja, representa mais do que a alternativa de um único herbicida. Representa a possibilidade de uso de uma nova ferramenta no manejo de plantas daninhas e a oportunidade de rotacionar um produto com diferente mecanismo de ação para controlar plantas resistentes. A eficiência de controle, a facilidade de seu uso e a flexibilidade na aplicação são características complementares, consideradas essenciais no conceito de praticabilidade, item fundamental para o agricultor. As mesmas características que conferem o grande diferencial com as práticas atuais, pode representar também riscos com conseqüências sobre o controle das espécies daninhas e também na produtividade. A soja geneticamente modificada para a resistência ao glifosato significa uma evolução técnica de destaque. Porém, para que o máximo proveito possa ser tirado de uma nova tecnologia é preciso saber utilizá-la (GAZZIERO, 2006).

Atenção especial deve ser dada às espécies tolerantes a esse herbicida como as da família Commelinaceae (trapoeraba) e Convolvulaceae (corda de viola), além de *Spermacoce latifolia* (erva-quente), *Tridax procumbens* (erva-de-touro), *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), *Chamaesyce hirta* (erva-de-santa-luzia), *Chloris polydactyla* (capim branco), *Synedrellopsis grisebachii* (agriãozinho) e outras. As espécies de difícil controle, podem ser selecionadas em função do uso continuado desse produto (GAZZIERO, 2006).

O advento do cultivo comercial de plantas geneticamente modificadas (GM) através da biotecnologia completou dez anos em 2006, desde que a soja tolerante a herbicida, foi comercializada nos Estados Unidos em 1996. Atualmente as culturas GM aprovadas são cultivadas em 21 países, ocupando uma área de aproximadamente 90 milhões de ha, com o Brasil em terceira posição, com o cultivo de 9,4 milhões de ha em 2005, sendo que a área cumulativa de lavouras GM ultrapassou 400 milhões de ha em 2005 (SIMON, 2006).

Com base na rapidez da adoção das culturas GM e com a previsão de que na próxima década essa adoção seja ainda maior, os benefícios ambientais das culturas GM só tendem a ser mais significativos. A biotecnologia continuará gerando produtos que

tenham cada vez mais em seus conceitos não só a preocupação de maior e melhor produção de alimentos, mas também o foco em auxiliar na busca de soluções para problemas ambientais tão sérios quanto a falta d'água, o aumento do efeito estufa e o empobrecimento do solo, dentre outros (SIMON, 2006).

As indústrias de produção de sementes são bastante competitivas e, portanto, o aumento no preço das sementes é apenas justificado se houver um benefício significativo para os fazendeiros, como ocorre com o desenvolvimento de culturas resistentes aos herbicidas (DYER et al. 1993). Nos Estados Unidos, a semente transgênica custa 56% a mais do que a convencional. Em geral esse preço extra tem sido praticado durante os dois primeiros anos de lançamento dos cultivares resistentes para pagar pela pesquisa e desenvolvimento, e os royalties de patentes utilizados para obtenção do produto (JAMES, 2001).

Alguns pontos negativos são atribuídos ao uso de cultivares de soja resistentes ao glifosato. Para Harper (1997), algumas cultivares resistentes têm baixo potencial genético de produção. Em alguns casos, a baixa produtividade é relacionada a injúrias do herbicida na soja. Outro ponto importante de acordo com Forcella (1999) é que culturas resistentes aos herbicidas afetam o banco de sementes das plantas daninhas. Segundo o mesmo autor, áreas cultivadas por dez anos com culturas resistentes tinham maior número de sementes no banco de sementes, quando comparadas ao cultivo convencional, com a diferença de possuírem menor porcentagem de sementes viáveis e menor número de espécies dominantes.

Segundo Gordon (2005), há evidências que sugerem que a produtividade da soja resistente a glifosato seja menor do que a das sojas convencionais. Muitos agricultores têm observado que tais produtividades, mesmo sob condições ótimas, não são tão elevadas como esperado.

É possível que a adição do gene que dá a resistência ao herbicida possa ter alterado outros processos fisiológicos. Gordon (2005) explicou que as aplicações de glifosato podem retardar o metabolismo do Mn na planta bem como ter um efeito adverso nas populações de microrganismos do solo que são responsáveis pela redução do Mn em forma disponível para a planta; e que a adição de Mn suplementar, no período adequado, pode corrigir os sintomas de deficiência e resultar em maiores produtividades de soja. Comentou que a fotossíntese de plantas superiores, em geral, e a evolução fotossintética do O₂, no Fotossistema II, em particular, são os processos que respondem mais sensivelmente à deficiência de Mn. Quando a deficiência de Mn torna-

se severa, o conteúdo de clorofila diminui e a ultra-estrutura dos tilacóides muda drasticamente. O Mn age como um cofator, ativando cerca de 35 diferentes enzimas, comandando desde a biossíntese de aminoácidos aromáticos até a de produtos secundários, como a lignina e flavonóides. E os flavonóides, nos extratos radiculares das leguminosas, estimulam a expressão do gene da nodulação. Baixa concentrações de lignina e de flavonóides em tecido deficiente em Mn são responsáveis também pela diminuição na resistência às doenças. Em leguminosas noduladas, como a soja, as quais transportam o nitrogênio na forma de alantoina e alantoato para a parte aérea, a metabolização desses ureídeos nas folhas e na película da semente é caracterizada por uma enzima que tem necessidade absoluta de Mn. Os ureídeos respondem pela maior parte do N transportado na seiva do xilema para a parte aérea da soja. A deficiência de Mn no tecido e o estresse por seca podem aumentar a concentração de ureídeos na parte aérea, sinalizando às bactérias simbióticas que parem com a fixação biológica de nitrogênio.

2.1.2. FENOLOGIA

De Fina e Ravelo (1973) definiram a fenologia como o ramo da ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com as condições do ambiente. A fenologia visa avaliar sistematicamente as mudanças periódicas na aparência e constituição dos seres vivos por causas ambientais. Portanto a observação dos processos periódicos visíveis é o objetivo básico da fenologia (PASCALE; DAMARIO, 2004). Estádios são subdivisões dentro de um subperíodo ou mesmo caracterizando uma fase, sendo também momentos específicos dentro do ciclo do indivíduo, mas não necessariamente de transformação, como são as fases. Portanto, os estádios podem coincidir com as fases, quando envolvem mudanças importantes, como o início de florescimento, ou simplesmente podem estar caracterizando uma condição qualquer dentro de um subperíodo, como através do número de folhas no crescimento vegetativo. A caracterização fenológica através de estádios permite maior detalhamento na descrição do ciclo da planta, em relação à utilização das fases, já que estas podem ser demasiadamente distanciadas no tempo. Desta maneira, torna-se possível utilizar a fenologia para finalidades bem mais específicas, como em adubações de cobertura, em tratamentos fitossanitários, ou na observação de um evento importante qualquer (uma geada ou um estresse hídrico), associados a estádios bem definidos (PASCALE; DAMARIO, 2004).

O conhecimento da fenologia, mesmo atualmente, é baseado nas observações de estádios de desenvolvimento externamente visíveis (fenofases), como, por exemplo, a germinação das sementes, emergência das gemas, desenvolvimento das folhas, floração. A organização das datas fenológicas proporcionou informações ecológicas importantes sobre a duração média das diferentes fenofases das espécies (LARCHER, 2006).

De acordo com a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977) o desenvolvimento da planta é dividido em duas fases: vegetativa (V) e reprodutiva (R) (Tabelas 1 e 2). Subdivisões da fase vegetativa são designadas numericamente como V_1 , V_2 , V_3 , até V_n , menos os dois primeiros estádios que são designados como VE (emergência) e VC (estádio de cotilédone). O último estágio vegetativo é designado como V_n , onde “n” representa o número do último nó vegetativo formado por um cultivar específico. O valor de “n” varia em função das diferenças varietais e ambientais. A fase reprodutiva apresenta oito subdivisões ou estádios (RITCHIE, 1997).

Tabela 1. Descrição dos estádios vegetativos.

Estádios	Subtítulo	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo.
VC	Estádio cotiledonar	Folhas primárias com as margens não mais se tocando.
V_1	Primeiro nó	Folhas primárias desenvolvidas.
V_2	Segundo nó	Folha trifoliolada desenvolvida no nó acima das folhas primárias.
V_3	Terceiro nó	Três nós do caule com folhas desenvolvidas começando com o nó das folhas primárias.
V_n	“n” nó	“n” número de folhas desenvolvidas começando com o nó das folhas primárias.

Adaptado de COSTA, 1996.

A partir do estágio VC, os estádios vegetativos (V) são definidos e numerados à medida que as folhas dos nós superiores se apresentam completamente desenvolvidas. Um nó vegetativo com folha completamente desenvolvida é identificado quando no nó vegetativo acima os folíolos não estão enrolados e nem dobrados. Em outras palavras, quando as extremidades dos folíolos não mais se tocam (RITCHIE, 1997).

Tabela 2. Descrição dos estádios reprodutivos.

Estádios	Subtítulo	Descrição
R ₁	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule.
R ₂	Florescimento completo	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós do caule com folha desenvolvida.
	Florescimento	Flores nos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida.
R ₃	Início da formação de legumes	Um legume com 5 mm num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida.
R ₄	Formação de legumes	Um legume com 2 cm num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida.
R ₅	Início do enchimento de grãos	Grãos com 3 mm num legume dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida.
R ₆	Máximo volume de grãos	Legume contendo, ao menos um grão verde que ocupa toda a sua cavidade, num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida.
R ₇	Maturação fisiológica	Um legume normal, no caule, que atingiu a cor de legume maduro.
R ₈	Maturação	Noventa e cinco por cento dos legumes atingiram a cor de legume maduro.

Adaptado de COSTA, 1996.

Quando se divide em estádios um campo de soja, cada estágio específico V ou R é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estão nele ou entre aquele estágio. O estágio VE ocorre uma a duas semanas após a semeadura, dependendo das condições de umidade e temperatura do solo e da profundidade de semeadura. As raízes laterais iniciam o seu crescimento a partir da raiz primária antes da emergência (RITCHIE, 1997).

A fase vegetativa é a fase de maior desenvolvimento, e a fase principal de crescimento, onde as plantas estão no pico de suas atividades metabólicas (fotossíntese, respiração, absorção de substâncias minerais). Do ponto de vista da competição por espaço nas comunidades vegetais, o rápido crescimento (e o quanto antes ocorre este crescimento) da parte aérea, parte subterrânea e partes responsáveis pela reprodução vegetativa (estolões, caule prostrado, raízes ou porções inferiores do caule com capacidade de reprodução vegetativa) será decisivo para o futuro do indivíduo. É

durante a fase vegetativa de crescimento que se manifestam as características da plasticidade fenotípica e, sobretudo, as adaptações modificativas em relação às condições de habitat (LARCHER, 2006).

Importantes fatores que afetam a diferenciação de órgãos de crescimento limitado (folhas, frutos e flores) são primeiramente a regulação biológica da atividade mitótica no primórdio da gema, o intervalo de tempo entre a iniciação de sucessivos primórdios foliares, a continuidade do crescimento celular e a velocidade de diferenciação sob a influência de fatores externos, sejam eles diretos (por exemplo, a radiação, a qual promove a capacidade de extensão das paredes celulares) o indiretos (LARCHER, 2006).

No estágio V_2 as plantas estão com 15 a 20 cm de altura e três nós apresentando folhas com folíolos desdobrados, isto é, o nó unifoliolado e os dois primeiros nós trifoliolados. Em condições de campo, a formação de nódulos pode ser vista logo após a emergência (VE), porém, a fixação de nitrogênio de maneira mais ativa começa próximo aos estádios V_2 e V_3 . Depois disso, o número de nódulos formados e a quantidade de nitrogênio fixada aumenta até aproximadamente $R_{5,5}$ (no meio de R_5 e R_6), quando diminui bruscamente (RITCHIE, 1997).

As plantas em V_3 possuem 18 a 23 cm de altura e quatro nós, cujas folhas apresentam folíolos desdobrados. As plantas em V_5 apresentam-se com aproximadamente 25 a 30 cm de altura e possuem seis nós, nos quais as folhas estão com folíolos desdobrados. O número total de nós que a planta pode produzir é definido em V_5 . Plantas no estágio V_6 têm 30 a 35 cm de altura. Nesse estágio, sete nós têm folhas com folíolos desdobrados e as folhas unifolioladas e os cotilédones já podem ter senescido e caído. Novos estádios de V aparecem agora a cada 3 dias (RITCHIE, 1997).

A transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva, ou maturidade, é marcada pela capacidade da planta de produzir flores, as quais são resultado de mudanças no estado do meristema das gemas. Um pré-requisito na habilidade de iniciar e formar flores é a indução floral. Nas plantas que se auto-induzem, este evento ocorre espontaneamente quando uma idade geneticamente determinada é alcançada para a floração (regulação temporal endógena), ou após a formação de certo número de primórdios foliares, ou quando partes vegetativas da planta atingiram certo tamanho (“efeito do tamanho”, por exemplo, órgãos armazenadores), ou ainda, quando há uma relação favorável carbono/proteína. Em muitas plantas, entretanto, o início da formação

das flores requer uma indução por fatores externos como radiação, temperatura ou uma deficiência hídrica incipiente. Os fitormônios e os nucleotídeos participam da ativação e desopressão de genes responsáveis pelo desenvolvimento do primórdio da flor. Na seqüência da indução floral, a formação da flor pode progredir tanto rapidamente quanto sem interrupções, como, por exemplo, durante o inverno ou no período seco. Quando as gemas responsáveis pela formação das flores estiverem totalmente desenvolvidas, o processo de floração estará completo (LARCHER, 2006).

Os fatores ambientais, em conjunto com a regulação de mecanismos endógenos, influenciam a frequência da floração, o início da frutificação e o amadurecimento das sementes, principalmente pelo efeito do estado nutricional. A energia e os materiais de construção requisitados pela floração e pela formação dos frutos (“esforço reprodutivo”) são proporcionados tanto pela atividade fotossintética como pela incorporação de substâncias minerais, bem como pela mobilização de materiais de reserva e pela reciclagem de produtos degradados de folhas senescentes. A formação de flores de frutos em abundância está, portanto, em competição com o crescimento vegetativo e removendo as reservas que poderiam ser usadas na renovação das gemas, no caso de perda de biomassa devido ao ataque de animais ou outras forças externas. Em plantas perenes, este último evento ocasiona a redução da capacidade reprodutiva (LARCHER, 2006).

As plantas em R₂ têm 43 a 56 cm de altura e estão nos estádios V₈ e V₁₂. Nessa fase, a planta acumulou somente cerca de 25% de sua matéria seca final e nutrientes, atingiu aproximadamente 50% de sua altura final e desenvolveu cerca de metade do número total de nós. Esse estágio marca o início de um período rápido e constante acúmulo diário das taxas de matéria seca e de nutrientes pela planta, que continuara até logo após o estágio R₆. Essa rápida acumulação de matéria seca e nutrientes pela planta inteira inicia-se nas partes vegetativas (folhas, hastes, pecíolos e raízes), deslocando-se gradualmente para as vagens e sementes em formação, enquanto as partes vegetativas finalizam o seu desenvolvimento. Nesse estágio, o sistema radicular apresenta-se completamente desenvolvido no espaço entre linhas de 102 cm (40 polegadas), com várias raízes laterais direcionando o seu crescimento para baixo. Essas raízes, junto com a principal, continuam se aprofundando no perfil do solo até logo após o estágio R_{6,5} (RITCHIE, 1997).

As plantas em R₃ apresentam-se com 58 a 81 cm de altura e estão no estágio V₁₁ a V₁₇. Nesse período é comum encontrar vagens em desenvolvimento, flores

murchas, flores abertas e botões florais na mesma planta. As vagens em desenvolvimento localizam-se nos nós mais baixos da haste principal, onde o florescimento se iniciou primeiro. As plantas em R₄ apresentam-se com 70 a 100 cm de altura e estão nos estádios V₁₃ a V₂₀. Este período é caracterizado pelo rápido crescimento da vagem e pelo início do desenvolvimento da semente. O período compreendido entre R₄ e logo após R_{5,5} é um período de rápida e constante acumulação de matéria seca pelas vagens. Algumas vagens localizadas nos nós mais interiores na haste principal já se encontram com o seu tamanho final ou próximo dele, porém, a maioria atingiu esse tamanho no estádio R₅ (RITCHIE, 1997).

Plantas em R₅ têm 75 a 100 cm de altura e encontram-se nos estádios V₁₅ a V₂₃. Esse período é caracterizado pelo rápido crescimento ou início do enchimento das sementes e redistribuição da matéria seca e nutrientes das partes vegetativas para as sementes em formação. No início de R₅, o desenvolvimento reprodutivo apresenta desde flores quase abertas até vagens contendo sementes com 11 mm de comprimento. Entre os estádios R₅ e R₆, vários eventos acontecem quase ao mesmo tempo. Perto de R_{5,5} tem-se: (1) a planta atinge seus máximos em altura, número de nós e área foliar; (2) as altas taxas de fixação de nitrogênio atingem o seu auge e em seguida começam a diminuir rapidamente; (3) as sementes iniciam um período de rápido e constante acúmulo de matéria seca e nutrientes. Logo após R_{5,5} ocorre o máximo acúmulo de matéria seca e de nutrientes nas folhas, pecíolos e ramos, iniciando a seguir a sua redistribuição (translocação) dessas partes da planta para as sementes em desenvolvimento. O período de rápida e constante acumulação de matéria seca na semente continua até logo após R_{6,5}, no qual a semente está com aproximadamente 80% da sua matéria seca total. Se ocorrer 100% de desfolha (devido ao granizo, por exemplo) entre os estádios R₅ e R_{5,5}, o rendimento pode ser reduzido em aproximadamente 75%. Condições de estresse podem causar grandes reduções no rendimento se ocorrerem principalmente devido ao menor número de vagens formadas por planta e ao menor número de sementes por vagem e, em menor grau, devido ao menor peso da semente (RITCHIE, 1997).

Planta em R₆ têm 80 a 120 cm de altura e encontram-se nos estádios V₁₆ a V₂₅. Devido à altura da planta e ao número de nós atingirem os valores máximos em R_{5,5}, pequenos acréscimos nessas características são evidente entre R₅ e R₆. A maturidade fisiológica de uma sementes de soja acontece quando cessa o acúmulo de matéria seca. Isso ocorre quando a semente (e geralmente a vagem) torna-se amarela ou tenha perdido

completamente a cor verde. Embora nem todas as vagens numa planta em R₇ tenham perdido a sua cor verde, a planta essencialmente se encontra na maturidade fisiológica porque muito pouca matéria seca adicional será acumulada. As sementes de soja na maturidade fisiológica possui aproximadamente 60% de umidade e contém todas as partes da planta necessárias para começar sua próxima geração (RITCHIE, 1997).

No estágio R₈, 95% das vagens apresentam-se maduras. São necessários de 5 a 10 dias de clima seco após R₈ para que a soja atinja menos de 15% de umidade. O momento certo de colheita é muito crucial para a soja. A umidade ideal nos grãos para colheita e armazenamento é de 13%. Embora a colheita possa ser iniciada com maiores porcentagens de umidade, alguns custos com secagem serão necessários para um armazenamento seguro (RITCHIE, 1997).

Para Larcher (2006) a ação do hormônio vegetal depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, da natureza do estímulo externo, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto. Segundo Alvarez Filho (1995), a determinação das fases ou estádios de desenvolvimento da soja tem sido estudadas por diversos pesquisadores, com a finalidade de padronizar critérios ou parâmetros para a avaliação de resultados em diferentes tipos de pesquisa.

De acordo com Castro (1981), poucos trabalhos abordam aspectos fisiológicos da planta de soja, relacionados à aplicação de reguladores vegetais, um manejo promissor para essa cultura.

2.2. FITORMÔNIOS

Nos vegetais superiores, a regulação do metabolismo, o crescimento e a morfogênese muitas vezes dependem de sinais químicos de uma parte da planta para outra. Os vegetais produzem moléculas sinalizadoras, os hormônios, responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento em concentrações bastante pequenas. Até pouco tempo, acreditava-se que o desenvolvimento vegetal era regulado apenas por cinco tipos de hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico, atualmente, há fortes evidências da existência de hormônios vegetais esteróides e os brassinoesteróides (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Hormônios vegetais são moléculas sinalizadoras, presentes em pequenas quantidades. Alterações na concentração hormonal de tecidos podem mediar toda uma

gama de processos de desenvolvimento das plantas, muitos dos quais envolvem interações com os fatores ambientais (CROZIER et al. 2000).

A seqüência de eventos iniciada por hormônios pode geralmente ser resolvida em três fases sequenciais: 1. O primeiro sinal de percepção, 2. O sinal de transdução do percurso, e 3. A resposta final. O Sinal de percepção envolve a reação do hormônio com um receptor. Fitormônios podem mover-se por difusão de célula a célula através de plasmodesma ou através de espaço apoplástico. Em qualquer caso, as células destinados a responder ao hormônio, conhecidas como células-alvo, devem ser capazes de detectar a presença do hormônio no espaço celular ou em fluídos imediatamente circundantes da célula. O sinal de transdução ocorre quando é ativado o complexo hormônio-receptor, em andamento conjunto a uma cascata de eventos bioquímicos que acaba por conduzir à final, à característica resposta (WENT; THIMANN, 1999).

O crescimento e o desenvolvimento de plantas são regulados tanto por fatores endógenos como por fatores externos. Os fatores endógenos são ativos não somente em nível celular e molecular, afetando os processos metabólicos via transcrição e tradução, mas têm também a função de coordenação do organismo como um todo, realizada por meio dos hormônios vegetais. A importância ecológica dos hormônios vegetais está em sua função de substância transdutora; seguindo a percepção dos estímulos ambientais, todas as partes da planta são informadas sobre a situação de outras partes por meio da síntese ou de mudanças de concentração de um ou mais fitormônios. Como hormônio vegetal, que está envolvido em determinada ação, depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, da natureza e do estímulo externo, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto. A reação resultante, seja ela sinergista ou antagonista, pode variar muito, dependendo do órgão em questão e da predisposição da planta. Junto com fatores externos, os fitormônios iniciam o processo do crescimento e da diferenciação, bem como sincronizam o desenvolvimento da planta com as mudanças sazonais do ambiente. Outras funções dos hormônios vegetais são a regulação da intensidade e da orientação do crescimento, da atividade metabólica, do transporte, do estoque e da mobilização de materiais nutritivos (LARCHER, 2006).

Reguladores endógenos para Bewley e Black (1994) podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes como: no crescimento e desenvolvimento destas, tecidos extra seminiais, na acumulação e armazenamento de reservas e diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos.

O desenvolvimento dos nódulos é promovido pela alta concentração de auxinas, citocininas e giberelinas (LARCHER, 2004).

Segundo Salisbury e Ross (1994), os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Em primeira instância os hormônios agem, não no núcleo, mas a nível de membrana plasmática, onde estão localizadas as proteínas receptoras.

De acordo com Salisbury e Ross (1994) os hormônios são ativos em concentrações micromolares ou submicromolares. Três aspectos devem estar envolvidos no sistema de resposta: 1. Os hormônios devem estar nas quantidades suficientes nas células adequadas; 2. Os hormônios devem ser reconhecidos e capturados com força por cada um dos grupos de células que respondem a eles; existem proteínas localizadas na membrana plasmática de células vegetais, que capturam os hormônios, são as proteínas receptoras, que possuem estruturas complexas necessárias para o reconhecimento e captura; e 3. As proteínas receptoras causam modificações metabólicas nos hormônios que conduzem a uma amplificação de efeito. Podendo haver vários processos de amplificação em seqüência, antes que finalmente se dê a resposta ao hormônio (promoção, inibição, alterações metabólicas).

O modelo de ação dos hormônios, inicia-se com a união do hormônio a proteína receptora na membrana plasmática, na sua superfície externa. O complexo hormônio-receptor ativa uma enzima de membrana e fosfolipase c (PLC), esta hidroliza o grupo de fosfolípidios da membrana plasmática, tipo 4,5-bifosfato de fosfatidilinositol, liberando 1,4,5-trifosfato de inositol e o diacilglicerol, ambos ativos, sendo que este último apresenta o glicerol (insolúvel em água). O 1,4,5-trifosfato de inositol é muito solúvel em água e move-se até o tonoplasto ou retículo endoplasmático, causando a liberação de cálcio para o citossol. O diacilglicerol na membrana plasmática ativa a proteína quinase, esta enzima utiliza ATP para fosforilar certas enzimas que regulam diversas fases do metabolismo, a fosforilação causa desativação de algumas enzimas e ativa outras (SALISBURY; ROSS, 1994).

Embora frequentemente discuta-se a ação dos hormônios como se eles agissem de modo independente, as inter-relações do crescimento e do desenvolvimento vegetal resultam da combinação de muitos sinais. Além disso, um hormônio pode influenciar a biossíntese de outro, de modo que os efeitos produzidos por um pode ser, de fato, mediado por outros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os hormônios vegetais podem influenciar o crescimento das sementes e induzir a síntese protéica. De acordo com Van Huizen et al. (1996) sementes imaturas de ervilha contêm quantidades elevadas de auxinas e giberelinas, as quais estão envolvidas com seu crescimento.

Para Jann e Amen (1977) os hormônios vegetais atuam como mediadores de processos fisiológicos. Os hormônios vegetais são considerados como os agentes primários da germinação. A convicção sobre a importância destas substâncias como agentes da germinação, é baseada nas conclusões a respeito de suas funções como mediadores de processos fisiológicos, especialmente na mudança de um estado fisiológico para outro.

De acordo com Went e Thimann (1999) a abordagem tradicional para o estudo de hormônios e ação gênica foi centrada em torno de esforços para identificar eventos bioquímicos primários. Esta abordagem tem sido relativamente vencida, em grande parte, porque é difícil identificar a eventos hormonais específicos, num contexto de complexos e concomitante metabolismo celular. A mais recente abordagem foi incentivada pelos recentes avanços na tecnologia molecular que torna possível identificar, isolar e reproduzir (ou clonar) genes específicos. A intenção é identificar genes cujas atividades sejam especificamente modificados por hormônios.

2.2.1. AUXINAS

Durante o século XIX, Theophili Ciesielski estudava respostas de plantas ao geotropismo, e Charles Darwin e seu filho Francis Darwin investigavam fototropismo bem como geotropismo. Estas investigações lançaram bases para Frits, que em 1926 a partir de coleótilos de aveia observou um crescimento promovido por um fator, posteriormente este fator foi denominado auxina. A principal auxina presente na maioria das plantas, foi identificado como ácido indol-3-acético (IAA) (CROZIER et al. 2000).

A auxina IAA geralmente é onipresente na planta. Concentrações mais elevadas do hormônio são detectados em regiões meristemáticas e ativamente em órgãos em crescimento como o coleótilo, ápices, raízes, gomos do caule e sementes em germinação. Órgãos jovens, com crescimento rápido, como folhas, inflorescência em desenvolvimento, e embriões também são grandes regiões de síntese IAA. As folhas mais velhas e raízes e não sintetizam quantidades apreciáveis de IAA (WENT; THIMANN, 1999).

As auxinas são sintetizadas nos meristemas, nas folhas jovens, nos frutos e nas sementes em desenvolvimento e seus efeitos fisiológicos são o alongamento celular (promovem o crescimento de caules e coleótilos e inibem o crescimento de raízes, aumentam rapidamente a extensibilidade da parede celular), o fototropismo e o gravitropismo (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O IAA está ativo em pequenas quantidades e está associado a uma série de processos fisiológicos, incluindo a dominância apical, tropismos, alongamento celular, indução de divisão celular do câmbio, e indução de formação de raiz (CROZIER et al. 2000). De acordo com Sorace et al. (2007) as auxinas são hormônios vegetais reguladores com maior propriedade de crescimento, podendo ser usadas isoladamente no auxílio de indução de raízes.

No desenvolvimento da planta as auxinas atuam regulando a dominância apical, promovendo a formação de raízes laterais e adventícias, regulando o desenvolvimento das gemas florais, promovendo o desenvolvimento do fruto e induzindo a diferenciação vascular (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Evidências acumuladas ao longo dos últimos 50 anos indicam que plantas podem sintetizar IAA de L-triptofano por três vias diferentes: o ácido indol-3-pirúvico, o indol-3-acetaldoxime, e o percurso triptamina (CROZIER et al. 2000).

As auxinas sintéticas apresentam vários usos comerciais e vêm sendo utilizadas comercialmente na agricultura e na horticultura há mais de 50 anos. Os primeiros usos comerciais incluíam a prevenção da abscisão de frutos e folhas, a promoção de florescimento em abacaxi, a indução de frutos partenocárpico, o raleio de frutos e o enraizamento de estacas para propagação vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004). As auxinas são os reguladores vegetais com maior efetividade na promoção do enraizamento, cujo principal efeito está ligado à sua ação sobre a iniciação dos primórdios radiciais. Quando a auxina é aplicada em segmentos do caule, o transporte polar causa um rápido acúmulo da substância na porção basal, e, após algum tempo, a auxina acumulada nesse local poderá causar a produção de uma dilatação ou calo, com muitas células, formando novos centros meristemáticos ou ativando meristemas existentes que induzem a formação de raízes (HARTMANN et al., 2002).

De acordo com Crozier et al. (2000) auxinas sintéticas como o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e ácido naftaleno-1-acético são usados extensivamente na horticultura para induzir o enraizamento e para promover o desenvolvimento conjunto

de frutas. Em altas concentrações as auxinas sintéticas são eficazes como herbicidas para plantas de folhas plantas.

Algumas bactérias patogênicas codificam a síntese de IAA e conjugam seus percursos. Algumas enzimas bacterianas catalisam a produção de hormônios vegetais. O reforço da síntese de AIA em *A. tumefaciens* induz à formação de galhas e tumores nos vegetais como resultado da expressão de dois genes bacterianos que são transferidos para a unidade em que o T-DNA se integra no genoma hospedeiro. Esses genes estão associados ao triptofano, precursor de IAA. O gene *iaaM* codifica triptofano monooxigenase, que converte L-triptofano para indol-3-acetamida. O produto do gene *iaaH*, indol-acetamida hidrolase, catalisa a conversão de indol-3-acetamida a IAA. Genes de plantas transgênicas que expressam a biossíntese de IAA têm sido utilizados para estudar os efeitos do excesso de montantes endógenos IAA. Plantas transgênicas, desenvolvidas com *A. tumefaciens* com genes que expressam a biossíntese de IAA foram produzidas em diversos laboratórios. A coexpressão fraca dos genes *iaaH* e *iaaM* em tabaco transgênico resulta em um aumento marginal de IAA endógeno. Dependendo do tecido, há um aumento de duas a três vezes no montante do IAA conjugando principalmente IAA-aspartato e glutamato-IAA. As plantas transgênicas não apresentaram evidentes mudanças no fenótipo vegetativo, mas a produção de pólen foi prejudicada, resultando em infertilidade (CROZIER et al. 2000).

2.2.2. CITOCININAS

Em 1950, o leite de coco foi descoberto para estimular o crescimento de embriões imaturos e aumentar a proliferação de células in vitro de cenoura. Mais ou menos à mesma hora, Folke Skoog demonstrou que extrato de levedura, em combinação com IAA, promovia divisão das células em cultura no tabaco. Skoog posteriormente mostrou que estes fatores naturais indefinidos poderiam ser substituídos por cinetina, N⁶-furfuryladenine, um produto formado durante a autoclavagem de DNA. Embora a cinetina seja um artefato derivado de 2-deoxyadenylate, a sua atividade biológica se assemelha a da zeatina (Z), indutora de divisão celular de plantas nativas que em 1963 foi isolada a partir de sementes de milho imaturas, compostos biossintéticos afins e seus metabolitos constituíam um novo grupo de hormônios vegetais, as citocininas (CROZIER et al. 2000).

Segundo Crozier et al. (2000) citocininas podem ser definidas estruturalmente como derivados de adenina com um isopentenil em cadeia lateral anexa ao N⁶ grupo amino.

As citocininas induzem a divisão celular em calos na presença da auxina, promovem a formação de gemas ou raízes a partir de calos em cultura, quando em concentrações molares adequadas de auxina, retardam a senescência foliar, promovem a expansão dos cotilédones de dicotiledôneas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Uma das principais regiões de biossíntese de citocinina em plantas superiores é a raiz. Citocininas em níveis elevados foram encontradas nas raízes, especialmente no ápice, e no xilema destas (WENT; THIMANN, 1999). As citocininas são produzidas principalmente nas raízes estimulando a iniciação de gemas caulinares (PILLARY; RAITON, 1983).

Sementes e frutos imaturos, em desenvolvimento, contêm níveis elevados de citocininas. Citocininas foram isoladas de endosperma leitoso de milho e de frutos de ameixa em desenvolvimento. Embora haja algumas evidências de que as sementes e frutos são capazes de sintetizar citocininas, também há indícios do contrário. Assim, continua a ser igualmente possível que o desenvolvimento das sementes, por causa de sua alta atividade metabólica e de crescimento rápido, podem simplesmente funcionar como um sumidouro para citocininas que são transportados das raízes (WENT; THIMANN, 1999).

Os meristemas dos ápices das raízes são as regiões da planta de maior síntese de citocininas livres. As citocininas sintetizadas nas raízes parecem se mover pelo xilema até a parte aérea, juntamente com a água e os sais minerais absorvidos pelas raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As citocininas de acordo com suas funções biológicas regulam a divisão celular nas partes aéreas e raízes, regulam componentes específicos do ciclo celular, a razão auxina:citocinina regula a morfogênese de tecidos em cultura, modificam a dominância apical e promovem o crescimento de gemas laterais, induzem à formação de gemas em musgos, retardam a senescência foliar, promovem o desenvolvimento de cloroplastos, promovem a expansão celular em folhas e cotilédones, e regulam o crescimento de caules e raízes. A superprodução de citocinina tem sido relacionada aos tumores genéticos (TAIZ; ZEIGER, 2004). As citocininas estão envolvidas no processo da germinação, com a capacidade de promover a germinação em algumas espécies (METIVIER, 1979).

Os processos que estão sob regulação da citocinina são demonstrados nas plantas que superproduzem o hormônio, e nessas plantas são observados: os meristemas apicais das partes aéreas que superproduzem citocinina apresentam mais folhas, as folhas possuem altos níveis de clorofila e são muito mais verdes, as partes aéreas adventícias podem ser formadas a partir das nervuras foliares e pecíolos não lesionados, a senescência foliar é retardada, a dominância apical é muito reduzida. As plantas com superprodução de citocininas são também atrofiadas, com entrenós muito curtos; o enraizamento de estacas caulinares é reduzido, assim como a taxa de crescimento da raiz (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em conjunto com as auxinas, as citocininas promovem a divisão celular de plantas. Elas também influenciam diferenciação de células vegetais em cultura: uma razão elevada entre citocinina:auxina promove a produção. Citocininas também são conhecidas como indutores de abertura dos estomas, por suprimirem a indução de dominância apical pela auxina, e inibir a senescência de órgãos vegetais, principalmente folhas (CROZIER et al. 2000).

2.2.3. GIBERELINAS

As giberelinas (GAs) foram primeiramente isoladas do fungo *Gibberella fujikuroi* em 1926 pelo cientista japonês Eiichi Kurosawa, que estava investigando o agente causador da “bakanae”, estiolamento severo, doença do arroz, que foi frequentemente responsável por grandes reduções na produção de grãos. Kurosawa demonstrou que as plantas doentes de arroz foram infectadas pelo fungo patogênico, *G. fujikuroi*, que secretava um fator que aumentava a taxa de alongamento. Ele também observou que o fator ativo promovia o crescimento do milho, gergelim, milho, aveia e mudas (CROZIER et al. 2000).

Segundo Crozier et al. (2000) os passos iniciais na biossíntese de GAs envolvem a formação de isopentenyl difosfato e a sua conversão para geranylgeranyl difosfato por meio do percurso terpenoide. Esta via é uma característica de todas as plantas superiores e leva à produção não só de GAs, mas também uma vasta gama de terpenos e terpenos-compostos derivados, bem como esteróides.

Os efeitos da giberelina no crescimento e no desenvolvimento são: estímulo do crescimento do caule em plantas anãs e rosetas, regulam a transição da fase juvenil para a adulta, influenciam a iniciação floral e a determinação do sexo, promovem a frutificação, promovem a germinação de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2004). A ação das

giberelinas (GA) ou dos ácidos giberélicos no processo germinativo é bem conhecido, segundo Metivier (1979) as mesmas atuam no controle da hidrólise do tecido de reserva para o fornecimento de energia ao embrião, promovendo o alongamento celular, fazendo a radícula se desenvolva-se através do endosperma ou tegumento.

Os principais usos das giberelinas aplicadas por aspersão ou imersão, incluem o controle do cultivo de frutas, a maltagem da cevada e o aumento da produção de açúcar em cana-de-açúcar. Em algumas plantas cultivadas, a redução na altura é desejável, o que pode ser obtido pelo uso de inibidores da síntese de giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As giberelinas afetam muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas. Embora seja mais conhecida sobre sua ação no alongamento, GAs também afetam os processos reprodutivos de uma ampla variedade de plantas. Por exemplo, GAs podem induzir formação de cones de coníferas promover floração das plantas que normalmente exigem um sinal fotoperiódico ou tratamento de frio para floração. Para plantas que necessitam de um ou mais dias longos para floração, ou que requerem um tratamento frio, uma aplicação de GA pode substituir-se ao sinal ambiental. Giberelinas retardam a senescência de folhas e frutos e promovem a germinação (CROZIER et al. 2000).

A giberelina induz “de novo” a síntese de alfa-amilase e outras enzimas na camada de aleurona de cevada. Devido a este efeito, as GAs são amplamente utilizadas na indústria de malte para acelerar e regularizar a produção de malte (CROZIER et al. 2000).

Em sementes imaturas de *Phaseolus vulgaris* em ativo desenvolvimento as principais giberelinas livres são GA1 e seus análogos 2-B-hidroxiil. Embora em pequenas quantidades GA4, GA5, GA6 (todos C19 GAs), e GA37, GA38 (C20 GAs) são também encontrados. As sementes maduras, no entanto, contem principalmente GA8-glucoside, com pequenas quantidades de glicosilados ésteres de GA1, GA4, GA37, GA38. Os formulários conjugados provavelmente representam armazenamento dos hormônios inativos que podem ser ativados por hidrólise livre, hormônios ativos na germinação (WENT; THIMANN, 1999).

A germinação de sementes pode exigir giberelinas para uma das possíveis etapas: a ativação do crescimento vegetativo do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento, assim como a mobilização das reservas energéticas do endosperma. A aplicação de giberelinas

estimula a produção de numerosas hidrolases, como a alfa-amilase, pelas células da camada de aleurona dos grãos de cereais em germinação (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os níveis mais altos de giberelinas foram encontrados em sementes imaturas e nos frutos em desenvolvimento. Entretanto, pelo fato de o nível de giberelina normalmente decrescer a zero em sementes maduras, não há evidências de que as plântulas obtêm qualquer giberelina ativa das suas sementes. As giberelinas são sintetizadas nos tecidos apicais. As giberelinas sintetizadas na parte aérea podem ser transportadas para o resto da planta por meio do floema. Os intermediários da síntese de giberelinas podem também ser translocados no floema. Na verdade, as etapas iniciais da biossíntese de giberelina podem ocorrer em um tecido e o metabolismo para torna-la ativa em outro (TAIZ; ZEIGER, 2004).

2.2.4. UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULANTES

De acordo com Castro (1981), poucos trabalhos abordam aspectos fisiológicos da planta de soja, relacionados à aplicação de reguladores vegetais, um manejo promissor para essa cultura. Informações sobre os efeitos destes produtos químicos na soja, poderiam fornecer elementos fundamentais para estudos posteriores da utilização agrônômica dos reguladores vegetais.

Sob condições normais na germinação de sementes, é o embrião que produz giberelina que estimula a camada de aleurona (corpos definidos onde as proteínas são estocadas) a produzir alfa-amilase, essa, por sua vez, age sobre o amido presente nas células do endosperma para convertê-lo em açúcar e, deste modo, tornando-o disponível ao embrião em crescimento, neste sistema a giberelina está atuando como um efetivador que ativa os genes controladores da síntese de alfa-amilase normalmente reprimido (CUTTER, 2002).

Leite (2003) estudando o efeito de giberelina e citocinina – em aplicações foliares para os dois compostos e via sementes para a giberelina – observaram que a aplicação foliar de giberelina aumentou a altura de plantas, área foliar e a produção de matéria seca. A aplicação de citocinina durante o crescimento vegetativo não apresentou efeitos significativos e a aplicação de giberelina mais citocinina diminuiu os efeitos da giberelina.

Santos et al., 2005, analisaram doses de um produto bioestimulante (composto de três hormônios vegetais, 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico) em aplicação via sementes em algodoeiro (3,5; 7,0; 10,5;

14,0; 17,5 e 21,0 mL.0,5kg⁻¹ de sementes) e observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas. Segundo os autores o bioestimulante aplicado via sementes é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência em areia e terra vegetal proporcional ao aumento das doses do produto.

Belmont et al. (2003) avaliando o efeito do de bioestimulante (0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico) nas doses de 10, 15, 20 e 25 mL.0,5kg⁻¹ de sementes sobre a germinação de sementes de três cultivares de algodão (CNPA 7H, BRS Verde e Aroeira do Sertão) registraram resposta positiva na germinação de sementes.

Albrecht et al. (2003), avaliando a produção de algodão e a qualidade de fibra do algodoeiro, em resposta ao Stimulate® 10X via tratamento de sementes e aplicação foliar em estádios vegetativos e reprodutivos observaram que o tratamento das sementes com Stimulate® 10X aumentou o comprimento da fibra; a maior produtividade de algodão em caroço foi obtida na aplicação foliar do produto nos estádios V3 e R1 utilizando as menores doses, e todas as doses e formas de aplicação do produto aumentaram significativamente o rendimento de fibra, peso médio do capulho e uniformidade das fibras.

Braccini et al. (2005), trabalhando com soja e o produto Stimulate 10X, que possui os mesmos ingredientes do produto bioestimulante utilizado neste trabalho, porém em concentração 10 vezes maior, obtiveram a maior produtividade com o tratamento com a maior dose do produto aplicado via foliar (75mL.ha⁻¹), com incremento superior a 92% em relação a testemunha não tratada.

Segundo Vieira (2001), não há registro significativo de problemas de fitotoxicidade nas sementes, plântulas e plantas na cultura da soja na utilização do bioestimulante (composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico), principalmente no intervalo de 1,0mL – 3,0mL.0,5kg⁻¹ de sementes. A concentração de 3,5mL do produto comercial.0,5kg⁻¹ de sementes estimou a quantidade máxima de plântulas normais, da ordem de 48,9%.

Vieira e Castro (2004) afirma que este produto bioestimulante age de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, como: germinação de sementes, vigor inicial de plântulas e produção de compostos orgânicos.

Como benefícios ocasionados pela utilização dos fitorreguladores estão o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento de células. Também aumentam a absorção e a utilização de nutrientes e são especialmente eficientes quando aplicados com fertilizantes foliares, sendo também compatíveis com defensivos. Bioestimulantes podem ser definidos como misturas de biorreguladores (grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno) ou mistura de um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente (aminoácidos, vitaminas, sais minerais, etc.). Referindo-se às aplicações agrícolas dos biorreguladores, deve-se considerar que algumas plantas cultivadas já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade, estas já não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas adequadamente com defensivos. Nessas condições, a economicidade da utilização de tecnologia avançada tem levado ao emprego dos biorreguladores, que podem freqüentemente mostrar-se altamente compensadores (CASTRO, 2006).

A utilização de reguladores vegetais resulta em aumento potencial de produtividade (LEITE, 2003).

Tecchio et al. (2006) afirmaram, de acordo com tratamentos com bioestimulante (0,009% cinetina, 0,005% ácido giberelico e 0,005% ácido indolbutírico) nas doses de 0, 5, 10, 15 e 20 mg.L⁻¹ em pulverização de cachos na videira Niagara rosada, que pelos resultados obtidos foram verificados resultados pouco expressivos na melhoria das características físicas dos cachos e bagos da videira com a utilização do produto, não justificando até o momento a utilização do produto.

Albuquerque et al. (2004) avaliando os efeitos de bioestimulante (0,009% cinetina, 0,005% ácido giberelico e 0,005% ácido indolbutírico) em sementes pré-embebidas de mamona, tempo de embebição e doses, relataram que o promotor de crescimento não foi significativo quanto ao tempo de embebição e que as doses testadas não alteraram a altura das plantas, destacando a dose 35 mL.0,5 kg⁻¹ de sementes (maior dose testada) que mostrou efeito significativo, principalmente em relação a área foliar.

Castro et al. (1998) estudando o efeito de aplicações do bioestimulante vegetal (0,009% cinetina, 0,005% ácido giberelico e 0,005% ácido indolbutírico) e de fertilizante foliar na produtividade da laranjeira Pêra, efetuando pulverizações com o bioestimulante (1 L.ha⁻¹, 2 L.ha⁻¹ e 4 L.ha⁻¹), bioestimulante 2L.ha⁻¹ + fertilizante foliar e fertilizante foliar observaram que o bioestimulante (1 L. ha⁻¹) aumentou o

número de ramos 69 dias após a primeira aplicação, além de incrementar o peso médio dos frutos por árvore, em relação ao controle, na colheita.

De acordo com Tecchio et al. (2005) estudando o efeito de doses de bioestimulante (0,009% cinetina, 0,005% ácido giberelico e 0,005% ácido indolbutírico) em cachos de videira Tieta, a aplicação de doses crescentes do bioestimulante proporcionou aumento na massa do engajo e no número de bagos, diminuindo, no entanto, o tamanho e a massa dos mesmos, também o efeito associado entre o produto e óleo vegetal provocou o aparecimento de manchas marrons nos bagos e depreciação na qualidade. Os autores concluíram que o presente ensaio não justifica até o momento a utilização desse produto, por ter apresentado tais efeitos adversos.

Furlani Junior et al. (2003) estudando modos de aplicação de regulador vegetal em algodoeiro, com aplicação única, no início do florescimento e parcelada em 4 vezes, desde o desbaste concluíram que o sistema de aplicação parcelada propiciou altura média de plantas inferior e massa média de capulhos superior ao obtido com aplicação única do regulador.

Vieira (2001) estudando aplicação de bioestimulante via sementes em soja, arroz e feijoeiro não observou problemas com fitotoxicidade nas sementes e concluiu que o produto apresentou efeitos positivos sobre a germinação, plântulas normais, comprimento de plântulas e massa seca, emergência de plantas em areia e plântulas normais dessas culturas.

Santos et al. (2005) analisaram doses de produto bioestimulante em aplicação via sementes em algodoeiro e observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas. Segundo os autores o bioestimulante aplicado via sementes é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência em areia e terra vegetal proporcional ao aumento das doses do produto. Também Carvalho et al. (1994) estudando a aplicação de fitoreguladores em algodoeiro concluíram que estes proporcionam aumento de peso do capulho e das sementes.

Informações sobre os efeitos destes produtos químicos na soja poderiam fornecer elementos fundamentais para estudos posteriores da utilização agrônômica dos reguladores vegetais (CASTRO, 1981). Efeitos de hormônios vegetais sobre o crescimento das sementes de soja são pouco conhecidos (NASCIMENTO; MOSQUIM, 2004).

2.3. PRODUÇÃO DE SEMENTES

Dentre as principais culturas produzidas no Brasil, a soja consome cerca de 58% do volume de sementes total produzido no País, segundo a Associação Brasileira de Sementes -Abrasem (2002).

Germinação de sementes, vigor e o tamanho da semente, são os três aspectos da qualidade das sementes, que podem influenciar na produção em campo, através de efeitos relacionados com a percentagem de emergência e o tempo para emergência além do desempenho da planta. Presumivelmente, os hormônios vegetais são os mediadores dos eventos bioquímicos que constituem a germinação (JANN; AMEN, 1977). Os reguladores endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes desde o crescimento e desenvolvimento desta, acumulação e armazenagem de reservas até efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos para o desenvolvimento do fruto (BEWLEY; BLACK, 1994).

A qualidade das sementes pode ser descrita em termos físicos e em termos fisiológicos. A qualidade física da semente, está relacionada com a integridade de suas partes, ou seja, o tegumento, o eixo embrionário e os cotilédones, os quais devem estar fisicamente aptos para atenderem às necessidades determinadas pela fisiologia da semente durante o processo de germinação. A qualidade fisiológica da semente é avaliada através da viabilidade e do vigor. A viabilidade é medida, principalmente, pelo teste de germinação, que procura determinar a máxima capacidade de germinação da semente nas condições mais favoráveis possíveis de umidade e temperatura. O vigor representa atributos mais sutis de qualidade fisiológica, não reveladas pelo teste de germinação. É determinado sob condições desfavoráveis ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (COSTA, 1996).

A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados há vários anos, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de alterações degenerativas após a maturidade (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972). A avaliação da qualidade de sementes tem merecido permanente atenção dos tecnologistas, produtores e pesquisadores, refletindo o refinamento da demanda pela utilização de materiais que proporcionam maior segurança para fins de semeadura e/ou armazenamento (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

Para Sá (1994) a análise de sementes apresenta as seguintes finalidades: determinar sua qualidade, se servem para semeadura; identificar problemas de qualidade e suas prováveis causas; determinar se as sementes alcançam os padrões estabelecidos

por lei e especificados nas etiquetas; estabelecer sua qualidade e fornecer uma base para adoção de preço e discriminação entre lotes pelo consumidor.

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para a semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (POPINIGIS, 1985). Em adição à temperatura do solo, concentração de oxigênio, microrganismos, e estrutura do solo, o nível de água é um fator importante para a emergência e o desenvolvimento da plântulas (POLLOCK, 1972). Marcos Filho (1994) relatou que os testes de vigor descrevem informações adicionais sobre a qualidade fisiológica de sementes, como seu potencial de armazenamento e de produzir plântulas normais em condições adversas.

De acordo com Marcos Filho (1999), os testes de vigor devem além de possuir base teórica consistente apresentar as seguintes características: simplicidade, para que seja executado em diferentes laboratórios sem exigir equipamentos sofisticados; rapidez, visando a necessidade de obtenção de respostas em curto espaço de tempo; baixo custo, menor necessidade de investimentos combinados à máxima eficiência; objetivo, com apresentação de resultados numéricos preferencialmente aos subjetivos para facilidade de interpretação; reproduzível, possibilitando comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios; e os resultados devem ser relacionados com a emergência das plântulas em campo, logo as sementes são utilizadas para a propagação de plantas de expressão econômica.

Para Castro e Moraes (1981) 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.

Alguns fatores podem influenciar severamente a qualidade das sementes ainda no campo antes da colheita e durante a colheita, na secagem, processamento, armazenamento, transporte e semeadura. Períodos de temperaturas extremas durante a maturação, variações na umidade (inclusive secas), deficiência de nutrientes, manejo impróprio, e ocorrência de insetos durante a secagem e armazenamento (FRANÇA NETO, 2004).

A deterioração de sementes é um processo natural que envolve fatores citológicos, fisiológicos, bioquímicos e mudanças físicas em cada uma das sementes. Essas mudanças reduzem a viabilidade e eventualmente causam a morte da semente. Este processo foi descrito como progressivo, irreversível e inexorável (DELOUCHE, 1973).

Teoricamente germinação de sementes, vigor e o tamanho da semente, são os três aspectos da qualidade das sementes, que podem influenciar na produção em campo, através de efeitos diretos e indiretos. Nos efeitos indiretos incluem-se aqueles relacionados com a percentagem de emergência e o tempo para emergência. Os efeitos diretos ou subsequente desempenho da planta, são mais difíceis de se perceber. Ressalta que é possível detectar cada um destes efeitos somente em algumas circunstâncias (ELLIS, 1992).

Para Jann e Amen (1977), os hormônios vegetais atuam como mediadores de processos fisiológicos. Eles são considerados como os agentes primários da germinação. A convicção sobre a importância destas substâncias como agentes da germinação, é baseada nas conclusões a respeito de suas funções como mediadores de processos fisiológicos, especialmente na mudança de um estado fisiológico para outro.

A ocorrência de condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento da semente ou a exposição a períodos de alta umidade e temperatura após a maturação de sementes de soja, quando ainda no campo, tem causado danos fisiológicos e, conseqüentemente, prejudicado a qualidade das sementes (COSTA, 1979). Aliado à adversidade climática, a ocorrência de fungos na semente, em especial *Phomopsis spp.*, é outro fator que concorre para acentuar a redução da qualidade da semente. Alternando a data de semeadura, de modo que cultivares com diferentes ciclos fossem colhidas na mesma época, Tekrony (1984) mostraram que as condições ambientais, em muitos casos, são mais importantes do que outras características da planta na determinação da qualidade de sementes de soja. Também Marcos Filho et al. (1986) atribuíram ao ambiente as diferenças de qualidade entre as cultivares de soja de ciclo precoce e médio.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento de campo foi implantado em 23 de novembro de 2006, na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, argiloso (EMBRAPA, 1999). O fornecimento de água, quando necessário, foi efetuado por aspersão, e os dados climáticos médios de temperatura e umidade relativa do ar e de precipitação ocorridos durante o ciclo da cultura estão apresentados na Figura 1. A precipitação ocorrida foi de 926 mm e a temperatura e umidade relativa média do ar foi de 26,4°C e 80,7%, estando de acordo com as necessidades da cultura para obtenção de rendimento satisfatório (EMBRAPA, 1996).

A análise química do solo da área experimental foi realizada 90 dias antes da instalação do experimento e os resultados são considerados adequados para a soja, sendo os teores de fósforo e potássio considerados médios de acordo com Mascarenhas e Tanaka (1997) e estão apresentados na Tabela 3. A área vinha sendo cultivada com milho por dois anos agrícolas consecutivos, e por ocasião da implantação da cultura foi aplicado 250 kg.ha⁻¹ de NPK (08-28-16).

Foram utilizadas sementes de dois cultivares, uma cultivar convencional de ciclo médio, Conquista, e um material geneticamente modificado, Valiosa RR, também de ciclo médio. As sementes foram obtidas junto a Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Chapadão localizada na cidade de Chapadão do Sul-MS.

O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre linhas na densidade de 300.000 plantas por hectare. As sementes foram inoculadas com produto a base de *Bradyrhizobium* específico para soja na dose de 250g.60kg⁻¹ de semente.

A semeadura foi realizada manualmente, sendo que os tratamentos via sementes foram aplicados pouco antes da semeadura, nas parcelas pertinentes. As parcelas constaram de 6 linhas de 5 m, sendo que a área útil foi de 4 linhas centrais a 0,5 m de cada extremidade.

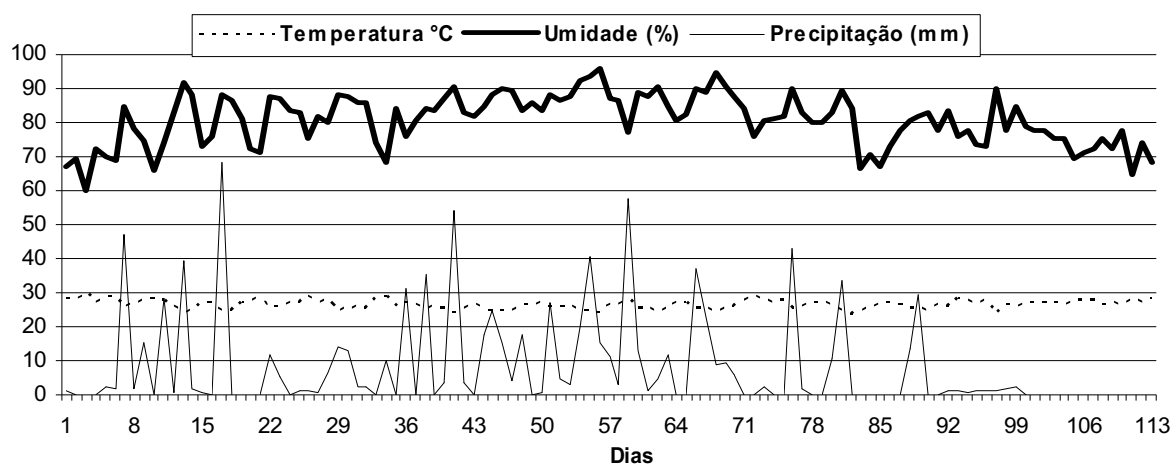


Figura 1. Dados de temperatura e umidade relativa médios do ar ocorridos durante o ciclo da soja. Selvíria-MS, 2006-2007.

Tabela 3. Análise química do solo da área experimental. Selvíria-MS, 2006.

M.O. g.dm ⁻³	pH CaCl ₂	P resina mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	H + Al	Al	V%
			mmol _c .dm ⁻³					
24	5,3	18	2,2	33	14	28	0	64

O produto bioestimulante utilizado é composto por três hormônios vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina), trata-se do produto comercial Stimulate®.

Foram realizadas aplicações do bioestimulante via sementes, pouco antes da semeadura, e via foliar em três estádios de desenvolvimento da cultura, um estágio vegetativo – V₅, e dois estádios reprodutivos – R₁ e R₅, foram realizadas combinações destes fatores, constituindo 15 tratamentos referentes à aplicação de bioestimulante que estão apresentados na Tabela 4. A dose utilizada na aplicação via sementes foi de 6 mL do produto comercial por quilo de sementes, e a dose aplicada via foliar foi de 0,25 L do produto comercial (pc) por hectare. Para aplicação foliar do produto bioestimulante foi utilizado um pulverizador costal de alavanca, com bico leque, cuja pressão de aplicação e velocidade de aplicação foram aferidas de acordo com a formulação da calda contida

no tanque de 20 L, de forma a atingir a dosagem de aplicação de 0,25 L do pc.ha⁻¹. Para identificação dos estádios fenológicos foi utilizada a escala de Fehr e Caviness (1977).

Tabela 4. Tratamentos realizados.

Tratamentos	Bioestimulante			
	Via sementes	Via foliar		
	TS	Fase V ₅	Fase R ₁	Fase R ₅
01. Testemunha	-	-	-	-
02. TS	6 mL pc.kg ⁻¹	-	-	-
03. V ₅	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	-	-
04. R ₁	-	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	-
05. R ₅	-	-	-	0,25 L pc.ha ⁻¹
06. TS+V ₅	6 mL pc.kg ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	-	-
07. TS+R ₁	6 mL pc.kg ⁻¹	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	-
08. TS+R ₅	6 mL pc.kg ⁻¹	-	-	0,25 L pc.ha ⁻¹
09. V ₅ +R ₁	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	-
10. V ₅ +R ₅	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	-	0,25 L pc.ha ⁻¹
11. R ₁ +R ₅	-	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹
12. TS+V ₅ +R ₁	6 mL pc.kg ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	-
13. TS+V ₅ +R ₅	6 mL pc.kg ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	-	0,25 L pc.ha ⁻¹
14. TS+R ₁ +R ₅	6 mL pc.kg ⁻¹	-	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹
15. TS+V ₅ +R ₁ +R ₅	6 mL pc.kg ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹	0,25 L pc.ha ⁻¹

TS=tratamento de sementes

3.2. AVALIAÇÕES REALIZADAS

Determinou-se a de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, ramos por planta, número de vagens por planta (verdes, secas e total), número de sementes por vagem, produtividade de sementes, massa de 100 sementes, teste de germinação, primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, e emergência de plantas em solo.

a. Altura de plantas: por ocasião da colheita foram coletadas e medidas 10 plantas, em 1 m da segunda linha de cada parcela, para avaliação da altura média das plantas e dos componentes de produtividade, desde a base até o ápice do caule, utilizando-se fita métrica graduada em cm.

b. Altura de inserção da primeira vagem: foram utilizadas as mesmas 10 plantas colhidas. Foi medida a distância da base de cada planta até da primeira vagem do caule, utilizando-se fita métrica em cm.

c. Ramos por planta: foram contados os ramos do caule principal de cada uma das dez plantas de cada parcela.

d. Número de vagens por planta: determinado através de contagem das vagens verdes e secas de cada planta.

e. Número de sementes por vagem: as vagens foram debulhadas, sendo contadas as sementes em contador eletrônico e, pela relação entre número de sementes e de vagens, foi determinado o número de sementes por vagem.

f. Produtividade de sementes: foi obtida na colheita das plantas de três linhas centrais em cada parcela. As plantas foram trilhadas em trilhadeira mecânica estacionária, sendo as sementes resultantes limpas e pesadas. Os dados de produtividade foram transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

g. Massa de 100 sementes: este teste físico foi determinado em 8 subamostras de 100 sementes por parcela, as quais foram pesadas em balança de 0,1 g. Os cálculos foram realizados conforme Brasil (1992).

h. Teste de germinação: foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes por tratamento, em rolos de papel-toalha Germitest a 25°C constantes. O substrato foi umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, para uniformização do teste. As contagens foram realizadas aos 5 e 8 dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

i. Primeira contagem de germinação: Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, computando-se as porcentagens de plântulas normais verificadas no quinto dia após a semeadura, utilizando-se técnicas semelhantes às descritas por Nakagawa (1999).

j. Velocidade de germinação: Também foi realizada em conjunto com o teste de germinação. O índice de velocidade para cada repetição foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962).

k. Envelhecimento acelerado: este teste de resistência foi avaliado utilizando-se 4 subamostras de 50 sementes, pelo método do gerbox modificado, em técnica descrita por Marcos Filho et al. (1994), onde as sementes foram expostas à temperatura de 41°C e UR aproximada de 95% por 60h, e, posteriormente conforme descrito para o teste de germinação, com uma única avaliação das plântulas normais sendo realizada no 5º dia após a instalação do teste.

l. Emergência de plantas em solo: Foi realizada semeando-se 4 repetições de 50 sementes em sulcos previamente preparados, espaçados de 50 cm, com a semeadura realizada manualmente e as sementes sendo cobertas com 20 cm de solo. A contagem das plantas foi realizada 15 dias após a semeadura, considerando como emersas as

plantas que apresentem 5 cm acima da superfície do solo, apresentando as folhas primárias totalmente abertas.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 30 tratamentos, 4 repetições, e portanto 120 parcelas.

Foi feita análise de variância para verificar se houve pelo menos uma diferença entre as cultivares e os tratamentos; e contraste ortogonal para os tratamentos (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Para análise estatística dos tratamentos foram formulados 14 contrastes ortogonais que estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Contrastes ortogonais formulados.

Contrastes
Analisar a utilização do produto bioestimulante em relação a testemunha C1=+14T1-1T2-1T3-1T4-1T5-1T6-1T7-1T8-1T9-1T10-1T11-1T12-1T13-1T14-1T15
Analisar a aplicação do produto via sementes em relação a testemunha C2=+1T1-1T2
Analisar a aplicação foliar do produto em relação a testemunha C3=+3T1-1T3-1T4-1T5
Analisar a aplicação foliar do produto em relação a aplicação via sementes C4=+3T2-1T3-1T4-1T5
Análise entre os tratamentos que constaram de uma aplicação foliar C5=+2T3-1T4-1T5 C6=+1T4-1T5
Análise entre os tratamentos que constaram de tratamento de sementes + 1 aplicação foliar C7=+2T6-1T7-1T8 C8=+1T7-1T8
Análise entre os tratamentos que constaram de 2 aplicações foliares C9=+2T11-1T9-1T10 C10=+1T9-1T10
Análise entre os tratamentos que constaram de tratamento de sementes + 2 aplicações foliares C11=+2T14-1T12-1T13 C12=+1T12-1T13
Análise entre os tratamentos que constaram de 1 aplic. foliar e os que constaram de trat. De sementes + 1 aplic. foliar C13=+1T3+1T4+1T5-1T6-1T7-1T8
Análise entre os trat. que constaram de 1 aplic. foliar e os que constaram de 2 aplic. foliares C14=+1T3+1T4+1T5-1T9-1T10-1T11

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentados o quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis em relação aos cultivares. Foram observadas diferenças significativas para altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, vagens verdes, vagens secas, número total de vagens e produtividade de grãos, sendo que para todas estas variáveis a cultivar Conquista apresentou maiores resultados de que a Valiosa RR.

Tabela 6. Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis vagens verdes, vagens secas, número total de vagens, número de sementes por vagem e produtividade de grãos, em relação aos cultivares Conquista e Valiosa RR. Selvíria 2006/07.

Cultivares	Número de vagens verdes	Número de vagens secas	Numero total de vagens	Número de Sementes por vagem	Produtividade de sementes (kg.ha ⁻¹)
Conquista	6,89	109,18	120,61	2,96	4.905
Valiosa RR	6,29	76,48	86,86	3,02	3.143
Q.M.Cult.	10,76*	330,85**	347,29**	0,09	23.443,18**
F	3,94	53,80	66,73	0,87	44,30
CV%	25,06	12,19	11,87	10,61	18,24

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7. Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis altura de plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem em relação ao cultivares Conquista e Valiosa RR. Selvíria, 2006/07.

Cultivares	Altura de plantas (cm)	Ramos por planta	Altura de inserção da primeira vagem
Conquista	86,78	14,10	13,71
Valiosa RR	78,60	13,93	15,08
Q.M.Cult.	2.005,73**	0,8003	56,4440*
F	27,56	0,19	8,51
CV%	10,32	14,59	17,89

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com Harper (1997) entre os aspectos negativos atribuídos ao uso de cultivares de soja resistente ao glifosato está o baixo potencial genético de produção de algumas dessas cultivares. Don Huber e Gordon citados por Yamada (2007) observaram menor produtividade da soja resistente ao glifosato, quando tratada com glifosato, do que na isolinha convencional que não recebeu glifosato. Neste trabalho não houve aplicação de glifosato em nenhuma dos cultivares, no entanto foi observado menor produtividade no cultivar geneticamente modificada. Este fato pode ser atribuído à uma diferença de potencial genético produtivo entre as cultivares.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis. De acordo com os resultados obtidos, possuem alguma diferença significativa em relação aos tratamentos: número de vagens secas, número total de vagens, produtividade de sementes, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem, sendo que para as duas últimas não foi verificada diferença estatística por contraste ortogonal entre a testemunha e os tratamentos que constaram de aplicação do bioestimulante (Tabela 10). Campos et al. (2007) também não encontraram diferenças entre o tratamento testemunha e o tratamento com o mesmo produto bioestimulante utilizado neste trabalho na dose de 20 ml.L⁻¹ aplicado via foliar, para altura de plantas de soja. Os resultados médios para altura de plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem foram de 83 cm; 14 e 14,4 cm respectivamente. Estes valores favorecem a colheita mecânica das plantas, pois conforme Bonetti (1983) cultivares com altura de planta igual ou superior a 65 cm e ponto de inserção das primeiras vagens igual ou superior a 10 cm são

desejáveis para a realização da colheita mecânica, como se observa, os dados obtidos no trabalho foram superiores aos valores mínimos indicados pela literatura.

Tabela 8. Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis vagens verdes, vagens secas, número total de vagens, sementes por vagem e produtividade de sementes. Selvíria, 2006/07.

Tratamentos	Número de vagens verdes	Número de vagens secas	Número total de vagens	Número de sementes por vagem	Produtividade de sementes (kg.ha ⁻¹)
T1	8,8	72,4	81,5	2,1	2.578
T2	8,9	97,2	106,3	1,9	4.331
T3	9,2	80,1	89,4	2,7	4.382
T4	11,9	114,9	127,0	1,8	4.500
T5	11,6	98,2	110,2	1,6	3.540
T6	12,1	89,5	101,7	2,0	3.984
T7	11,4	114,5	122,5	1,9	4.391
T8	10,3	97,6	108,1	1,9	4.987
T9	13,6	77,5	94,8	1,9	3.510
T10	7,4	79,7	87,3	1,9	3.395
T11	10,0	83,2	93,4	2,4	4.479
T12	13,2	90,8	104,7	2,1	3.201
T13	9,7	98,9	108,9	2,1	4.428
T14	9,0	93,4	102,6	1,8	4.345
T15	13,1	99,3	112,6	1,7	3.957
Q.M.Trat.	2,5958	0,2568	12,3213	0,2568	866,781
F	0,95	2,54*	53,80**	2,54	1,63*
CV%	25,0	10,61	12,2	10,6	18,24

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 9. Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis altura de plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem. Selvíria-MS, 2006/07.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Ramos por planta	Altura de inserção da primeira vagem
T1	85,36	14,45	15,27
T2	75,56	12,99	12,80
T3	80,79	13,86	14,56
T4	87,77	14,24	15,65
T5	86,42	14,86	13,66
T6	65,71	13,27	11,87
T7	78,70	14,91	14,24
T8	90,10	14,11	13,54
T9	89,47	13,66	15,79
T10	91,95	14,00	16,17
T11	89,20	16,41	15,65
T12	79,22	13,07	16,06
T13	70,14	13,40	15,07
T14	79,17	13,87	12,20
T15	90,74	13,15	13,44
Q.M.Trat.	503,3893	6,4574	16,1306
F	6,9164**	1,5436	2,4319**
CV%	10,3	14,6	17,9

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O número de vagens verdes na ocasião da colheita não foi alterado pela aplicação do produto indicando que este não influencia na maturação das vagens. Também o número de sementes por vagem não sofreu alteração significativa pela aplicação, e o número médio foi de 2 sementes por vagem.

A Tabela 10 apresenta os quadrados médios e teste F para contrastes entre tratamentos para altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número total de vagens e produtividade de sementes. Foram observadas diferenças entre a parcela testemunha e as parcelas que receberam algum tratamento com o produto para as variáveis número de vagens secas, número total de vagens e produtividade de grãos, os desdobramentos destes contrastes estão apresentados na Tabela 11. Não foi observada diferença estatística entre aplicação via sementes e via foliar do produto nas variáveis estudadas. Para Dourado Neto (2004) em plantas de milho a aplicação do fitorregulador foi mais eficiente quando executada no tratamento de sementes em comparação com a pulverização foliar.

Tabela 10. Quadrados médios para contraste F entre tratamentos para as variáveis altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens secas, número total de vagens, número de sementes por vagem e produtividade de sementes. Selvíria-MS, 2006/07.

Contrastes	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção da primeira vagem	Número de vagens secas	Número total de vagens	Produtividade de sementes
C1	61,2193	6,5750	40,4685**	43,1526**	5.162,8200**
C2	13,5998	41,0900**	29,1289*	26,2395*	3.615,9026*
C3	584,7358**	6,9646	43,7672**	45,6131**	4361,9295**
C4	2.609,3777**	48,1667**	0,0001	0,2304	57,7890
C5	326,0418*	18,6252	39,6042*	43,3093**	180,6484
C6	47,6008	18,1302	10,4166	9,5200	921,2758
C7	212,5209	0,0469	14,6548	8,9532	603,2606
C8	7,2900	15,8006	10,8573	7,1255	303,0365
C9	6,4533	0,0833	1,3940	0,3185	1.422,4133
C10	30,2499	1,1025	0,2640	2,4220	15,2336
C11	1.862,5209**	21,6008	0,1127	0,9130	406,7409
C12	519,8402**	1,9599	2,8185	0,6800	1.585,1690
C13	111,3252	31,3633*	1,1163	0,5534	278,2850
C14	326,7054	33,0625	39,6314**	32,7061*	370,7850
Resíduo	72,7825	6,6328	5,2041	6,1488	529,1346

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Para produção de vagens secas a aplicação de bioestimulante proporcionou incremento de 20% em relação à testemunha, a aplicação via sementes proporcionou 34% e a aplicação via foliar 35%, valores proporcionais foram obtidos para o número total de vagens, sendo que houve diferença entre a aplicação do produto no estágio vegetativo V_5 e os estádios reprodutivos, R_1 e R_5 . O número de vagens por planta foi superior nas aplicações nos estádios reprodutivos em relação ao estágio vegetativo em 33% e 32% respectivamente para número de vagens secas e número total de vagens. Cobucci et al. (2005) estudando respostas do feijoeiro à aplicação de bioestimulante ressaltaram a importância da fase fenológica da planta no momento da aplicação, visto que o bioestimulante aplicado na mesma dose em estádios fenológicos diferentes não apresentaram os mesmos resultados para produtividade, sendo que o feijoeiro apresentou maiores resultados para aplicação em R_5 em relação à V_4 .

Os resultados da aplicação do produto no estágio R_1 e no estágio R_5 não diferiram. Em relação ao número de aplicações foliares houve diferença entre uma aplicação do produto e duas aplicações do produto, contraste ortogonal 14, com

incremento da realização de uma única aplicação em relação à duas aplicações de 21% e 16% para vagens secas e número total de vagens.

Tabela 11. Número relativo de vagens secas por planta, total de vagens por planta e produtividade de sementes em função dos contrastes ortogonais significativos entre os tratamentos.

	Incremento
Vagens secas por planta	
C1= Testemunha (T) vs. Bioestimulante (B)	20% em relação à Testemunha
C2= T vs. B via sementes	34% em relação à Testemunha
C3= T vs. B via foliar	35% em relação à Testemunha
C5= B em V ₅ vs. B em R ₁ e R ₅	33% em relação à aplic. em V ₅
C14=1 aplicação foliar de B vs. 2 aplic. foliares de B	21% em relação à 2 aplic. foliares
Incremento	
Total de vagens por planta	
C1= Testemunha (T) vs. Bioestimulante (B)	28% em relação à Testemunha
C2= T vs. B via sementes	30% em relação à Testemunha
C3= T vs. B via foliar	34% em relação à Testemunha
C5= B em V ₅ vs. B em R ₁ e R ₅	32% em relação à aplic. em V ₅
C14= 1 aplicação foliar de B vs. 2 aplic. foliares de B	16% em relação à 2 aplic. foliares
Incremento	
Produtividade relativo de sementes	
C1= Testemunha (T) vs. Bioestimulante (B)	59% em relação à Testemunha
C2= T vs. B via sementes	68% em relação à Testemunha
C3= T vs. B via foliar	60% em relação à Testemunha

Fresoli et al. (2006) estudando efeito de bioestimulante em soja também não observaram diferença entre o tratamento de sementes e aplicação foliar no estágio V₅, obtendo maiores produtividades com estas aplicações igualmente em relação à testemunha, sendo obtido a produtividade aproximado de 3.205 kg.ha⁻¹ para estes tratamentos.

A produtividade de sementes foi incrementado em 59% com a utilização de produto bioestimulante em relação à testemunha, 68% em relação à aplicação do produto via sementes e 60% em relação à aplicação via foliar. Estes resultados corroboram com Vieira et al. (2005) que consideraram que o bioestimulante na concentração de 10 ml.kg⁻¹ de sementes incrementa em 24,3% a produtividade de grãos de soja, também Milléo (2000) obteve maiores produções de vagens e de grãos por planta de soja em aplicação via sementes e foliar no estágio V₅, sendo que a esta última aplicação proporcionou incremento de 65% em relação à testemunha.

De acordo com os resultados obtidos a realização de uma única aplicação do produto durante o ciclo da cultura incrementa os produtividades, com realização de

aplicação via sementes ou aplicação foliar, tanto em V₅ quanto em R₁ ou R₅, visto que a diferença entre os estádios vegetativo e reprodutivo foi observada para produção de vagens, mas não sobre a produtividade de sementes, sendo interessante o estudo adicional do estágio fenológico para aplicação do produto sobre a qualidade das sementes obtidas.

4.2. QUALIDADE DE SEMENTES

Em relação aos cultivares foram observadas diferenças significativas para as variáveis germinação e primeira contagem de germinação e a cultivar Conquista apresentou maiores resultados de que a Valiosa RR em ambas (Tabela 12) de acordo com os resultados obtidos para os componentes de produtividade e Harper (1997); Don Huber e Gordon citados por Yamada (2007). Aparentemente a cultivar convencional proporcionou produção de sementes com maior potencial fisiológico do que a cultivar geneticamente modificada.

Tabela 12. Quadrados médios, valores de F, coeficientes de variação e valores médios para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação(PCG), índice de velocidade de germinação(IVG), envelhecimento acelerado(EA), emergência de plantas(EP) e massa de 100 sementes (M100) em relação aos cultivares Conquista e Valência RR. Selvíria, 2007.

Cultivares	Germinação (%)	PCG (%)	IVG	EA	EP	M100 (g)
Conquista	97,20	95,70	19,65	61,21	67,98	14,50
Valência RR	94,50	93,10	19,49	62,28	68,92	14,20
Q.M.cult.	213,33**	212,20**	0,71	34,13	26,60	2,69
F	11,25	15,14	2,46	0,29	1,25	0,54
CV%	4,54	3,97	5,61	17,30	6,74	15,52

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1 de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 13 são apresentados os quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos. De acordo com o teste F houve diferença entre tratamentos para as variáveis envelhecimento acelerado, emergência de plantas e massa de 100 sementes. Para estas variáveis foi realizado contraste ortogonal e teste F para identificar as diferenças entre os tratamentos (Tabela 14).

Tabela 13. Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plantas (EP) e massa de 100 sementes (M100). Selvíria, 2007.

Tratamentos	Germinação (%)	PCG (%)	IVG	EA	EP	M100 (g)
T1	98,0	96,0	19,6	61,5	60,8	16,9
T2	94,2	93,0	19,6	57,7	74,1	21,5
T3	94,5	93,6	19,4	49,4	73,8	21,8
T4	96,7	94,5	19,7	75,4	72,5	22,1
T5	95,0	94,1	19,5	46,9	65,6	19,3
T6	92,7	91,7	19,3	44,9	67,5	20,2
T7	95,2	94,2	19,2	64,5	73,4	22,0
T8	96,0	94,9	19,7	63,1	74,7	22,4
T9	94,2	92,4	19,6	74,5	68,4	20,5
T10	93,5	93,1	19,4	68,1	63,8	18,4
T11	95,5	93,9	19,5	53,8	70,9	20,9
T12	96,7	95,0	19,7	67,7	70,5	20,0
T13	98,0	96,0	19,6	64,1	75,0	22,1
T14	98,0	96,9	19,7	69,7	72,8	21,8
T15	99,0	96,6	19,8	65,2	71,0	20,6
Q.M.Trat.	27,8	18,5	0,2	722,1	105,8	9,5
F	1,5	1,3	0,8	6,3**	2,8**	2,6**
CV%	4,5	3,9	5,6	17,3	10,2	13,2

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1 de probabilidade pelo teste F.

De modo geral as sementes apresentaram-se vigorosas com porcentagem de germinação variando de 92,7% até 99% e primeira contagem de germinação de 91,7% à 96,9%, além de índice de velocidade de germinação ao redor de 19. Quanto maior o valor obtido pelo índice de velocidade de germinação, subentende-se maior rapidez de germinação e, conseqüentemente, maior vigor do lote, logo o índice estima o número médio de plantas normais por dia (MAGUIRE, 1962). Prado Neto et al. (2007) avaliando sementes de jenipapo submetidas à pré-embebição em regulador e bioestimulante, sendo o segundo analisado nas doses de 5 e 10 mL.L⁻¹, observaram diferenças com a utilização do produto com a maior dose proporcionando os maiores valores de Índice de velocidade de germinação das sementes, maior comprimento de raízes e comprimento total de plântulas. Os mesmos autores não observaram diferença para germinação de sementes e os dados variaram de 89 a 95%.

Ferreira et al. (2005) não observaram efeito significativo na emergência de plantas milho, e também, concordando com os dados apresentados neste trabalho, não

observaram diferenças na germinação das sementes oriundas de tratamento com 5 mL.kg⁻¹ do produto.

Na Tabela 14 são apresentados os quadrados médios para contrastes entre os tratamentos para as variáveis envelhecimento acelerado, emergência de plantas e massa de 100 sementes. Para envelhecimento acelerado não foram observadas diferenças entre a testemunha e a realização de algum tratamento com o produto, apenas diferenças entre os tratamentos realizados. Os resultados observados de média entre os tratamentos para esta variável vão de 44,9 à 75,4. De acordo com Hampton e Tekrony (1995) se valores maiores e menores ocorrem, isto pode significar sementes com maior e menor grau de deterioração e como foi observada qualidade fisiológica satisfatória através de teste de germinação e índice de velocidade de germinação, o teste de envelhecimento acelerado pode evidenciar quanto à qualidade das sementes em relação ao armazenamento. Assim as sementes com maiores valores de plântulas normais no envelhecimento teriam maior potencial de armazenamento.

Tabela 14. Quadrados médios para contrastes entre os tratamentos para as variáveis envelhecimento acelerado, emergência de plantas e massa de 100 sementes. Selvíria, 2007.

Contrastes	Envelhecimento acelerado	Emergência de plantas	Massa de 100 sementes
C1	0,6	773,4**	124,4**
C2	88,9	700,9**	83,7**
C3	104,8	577,7**	104,4**
C4	26,3	70,4	1,0
C5	795,4**	121,9	5,9
C6	1126,2**	193,9*	32,2*
C7	735,5*	227,5*	20,5
C8	3246,1**	6,4	0,6
C9	997,4**	121,6	11,0
C10	906,0**	83,7	18,1
C11	1910,2**	0,1	2,9
C12	8,1	81,0	17,4
C13	3,9	17,8	2,8
C14	123,8	103,2	15,3
Resíduo	114,1	51,9	7,5

Para emergência de plantas e massa de 100 sementes obtiveram-se diferenças entre a testemunha e alguns tratamentos e os contrastes significativos estão apresentados na Tabela 15.

Para emergência de plantas a utilização de algum tratamento com o produto bioestimulante incrementou em 17% em relação à testemunha, e em 16% para massa de 100 sementes. Para ambas as variáveis o tratamento de sementes com o bioestimulante não diferiu do tratamento com uma aplicação foliar do produto, mas estes tratamentos diferiram da testemunha, sendo o aumento para tratamento de sementes de 22% e 27% para emergência de plantas e massa de 100 sementes e de 16% e 30% para estas variáveis em relação a realização de uma aplicação foliar do produto.

Tabela 15. Números relativos relacionados à emergência de plantas e massa de 100 sementes, em função dos contrastes ortogonais significativos entre os tratamentos.

	Incremento
Emergência de plantas	
C1= Testemunha (T) vs. Bioestimulante (B)	17% em relação à Testemunha
C2= T vs. B via sementes (BS)	22% em relação à Testemunha
C3= T vs. B via foliar	16% em relação à Testemunha
C6= B em R ₁ vs. B em R ₅	10% em relação à R ₁
C7= BS + V ₅ vs. BS + R ₁ e BS + R ₅	10% em relação à BS + V ₅
Incremento	
Massa de 100 sementes	
C1= Testemunha (T) vs. Bioestimulante (B)	16% em relação à Testemunha
C2= T vs. B via sementes (BS)	27% em relação à Testemunha
C3= T vs. B via foliar	30% em relação à Testemunha
C6= B em R ₁ vs. B em R ₅	14% em relação à B em R ₅

Os dados observados para massa de 100 sementes diferem dos resultados obtidos por Fresoli et al. (2006) que não observaram diferença na massa de 100 grãos de soja em relação à utilização de bioestimulante, tanto em aplicação via sementes (2,5 mL.0,5 kg⁻¹ de sementes), quanto em aplicação foliar (250 mL.ha⁻¹), sendo que a dose utilizada via sementes por este autor é inferior a dose utilizada neste trabalho. No entanto Vieira (2001) observou efeito significativo na massa de grãos de plantas de soja sobre efeito de aplicação via sementes de bioestimulante nas doses de 1, 2, 3, 4 e 5 mL.0,5kg⁻¹ de sementes, obtendo na maior dose utilizada um incremento de 36,9% em relação às parcelas que não receberam tratamento e um aumento médio de 1,26 g proporcionalmente ao aumento de uma unidade da dose.

Para Nascimento e Mosquim (2004) os hormônios vegetais atuam sobre o crescimento das sementes, entretanto seus efeitos dependem, além das quantidades presentes nos tecidos, de interações que podem ocorrer entre eles.

Castro e Vieira (2002) notaram que o bioestimulante na dose de 7 mL.kg⁻¹ de sementes incrementou em 51,9% a emergência de plântulas normais de soja, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho mesmo que a dose utilizada em aplicação via sementes tenha sido inferior.

Houve diferença para aplicação foliar em relação aos estádios fenológicos, sendo que o estágio R₁ proporcionou aumento de 10% em relação à R₅ para emergência de plantas e 14% para a massa de 100 sementes, sendo que não foi observada diferença estatística entre R₁ e V₅ para as variáveis estudadas.

Para emergência de plântulas houve diferença estatística entre os tratamentos que constaram de tratamento de sementes com o produto mais uma aplicação foliar, com os tratamentos 7 e 8 (aplicação do produto via sementes mais aplicação em R₁ e tratamento de sementes mais aplicação em R₅) proporcionando aumento de 10% em relação à aplicação de sementes mais aplicação em V₅. Os tratamentos 7 e 8 apresentaram valores de 73,4% e 74,7% estando entre os maiores valores observados para os tratamentos com o produto.

Aparentemente a utilização do bioestimulante proporcionou sementes com maior massa e maior capacidade de emergência em campo. Também Kulik e Yalich (1982) encontraram relação entre a massa de sementes e a emergência de plantas de soja em campo, sendo o aumento de um fator proporcional ao aumento do outro. Verifica-se uma influência muito grande do vigor da semente no estabelecimento das plantas no campo, de forma que esta característica da semente deve receber maior atenção quando se vai realizar uma operação de semeadura (SÁ, 1994).

5. CONCLUSÕES

- a) A cultivar convencional proporcionou maior potencial produtivo e sementes de melhor qualidade em relação a cultivar geneticamente modificada.
- b) A aplicação do produto bioestimulante não influencia a altura das plantas, ramos por planta, altura de inserção da primeira vagem e maturação das vagens.
- c) O bioestimulante proporciona incremento no número de vagens por planta e produtividade de sementes tanto em aplicação via sementes, quanto via foliar.
- d) Para componentes de produtividade a aplicação do produto na fase reprodutiva é mais favorável que a aplicação na fase vegetativa, e a utilização de uma aplicação do produto é mais adequada que duas aplicações.
- e) A utilização do produto bioestimulante proporciona a produção de sementes com maior vigor físico e maior capacidade de emergência em campo.
- f) Os modos de aplicação do produto, via sementes e via foliar apresentam efeitos semelhantes.
- g) A ação do produto bioestimulante depende do estágio de desenvolvimento da planta de soja.

6. REFERÊNCIAS

ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds, In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p. 283-315.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. Anuário 2002, Brasília: **ABRASEM**, 2002. p. 135.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILLA, M. R. SILVA, G. P., BARBOSA, M. C. LEAL, A. F.; ARAGÃO, R. M.; BRAMBILLA, T. Produção de algodão e qualidade de fibra em resposta à aplicação de STIMULATE® 10X. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA/Algodão, 2003. (CD-Rom).

ALBUQUERQUE, R. C.; GUIMARÃES, M. M. B.; BELTRÃO, N. E. M. Bioestimulante Stimulate® em sementes pré-embebidas de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande: Campina Grande, 2004. p. 1-5.

ALVAREZ FILHO, A. Botânica e desenvolvimento. In: SANTOS, O. S. **A cultura da soja**: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná. São Paulo: Globo, Publicações Globo rural, 1995. p. 26-35.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 237.

BELMONT, K. P. C.; BRUNO, R. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; COELHO, R. R. P.; SILVA, M. T. C. Ação de fitorregulador de crescimento na germinação de sementes de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. p.4.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. p.445.

BRACCINI, A. L.; MONFERDINI, M. A.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; BRAMBILLA, D.; ARAGÃO, R. M.; BRAMBILLA, T. Emergência das plântulas e componentes da produção de sementes em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate 10X na cultura da soja. In.: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27, 2005, Cornélio Procópio. **Resumos ...** Londrina: Embrapa soja, 2005. p.565-566.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. p. 365.

BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F. J. (Coord.). **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p. 741-794.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; LIMA, G. P. P.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento de plantas de soja em resposta aos reguladores vegetais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n. 2, p.9-11, 2007.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J.; CIA, E.; KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P. B. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p. 1-3, 1994.

CARRARO, I. M. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Potafos, 2006. p.140-143.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Potafos, 2006. p.46. (Série produtor rural,32).

CASTRO, P. R. C.; MORAES, R. S. Ação de fitorreguladores na produtividade da soja cultivar Davis. **Anais**, Piracicaba, v.38, n.1, p.127-137, 1981.

CASTRO, P. R. C.; PACHECO, A. C; MEDINA, C. L. Efeitos de stimulate e de micro-citros o desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. 2, p.338-341, 1998.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Ação do Stimulate em sementes na germinação, desenvolvimento radicular e produtividade da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24, São Pedro, 2002. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja, 2002. p.201-202.

COBUCCI, T.; CURUCK, F. J; SILVA, J. G. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa arroz e feijão, 2005. p.1078-1081.

COSTA, A. V. Retardamento da colheita após a maturação e seu efeito sobre a qualidade da semente e emergência de plântulas em 18 cultivares e linhagens de soja. In.: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, 1978. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 1979. v.2, p.293-308.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. p.233.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRYZANOWSKI, F. C.; CABRAL, N. T.; MENDES, M. C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade

fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 17, n.2, p.107-112, 1995.

CUTTER, E. **Anatomia vegetal**. Células e Tecidos. São Paulo: Roca, 1986. p. 320.

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B. B.; GRISSEN, W.; JONES, R. L. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Maryland: American Society of Plant physiologists, 2000. p. 850-894.

DALL' AGNOL, A. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina, **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p. 8.

DE FINA, A.L. ; RAVELO, A.C. Fenologia. In: Fina, A.L. ; Ravelo, A.C. **Climatologia y fenologia agrícolas**. Buenos Aires: EUDEBA, 1973. p.201-209.

DELOUCHE, J. C. Precepts of seeds storage. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, n.16, 1973, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Mississippi University, 1973. p. 97-122.

DOURADO NETO, D.; VIEIRA JÚNIOR, P. A., MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.11, n.1, p. 1-9, 2004.

DYER, W. E.; HESS, F. D.; HOLT, S. S.; DUKE, S. O. Potential benefits and risks of herbicide-resistance crops produced for biotechnology. **Hortscience Review**, Virgínia, v.15, n.2, p.367-371, 1993.

ELLIS, R. H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.11, n.2, p.249-255, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000*. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1999. p. 2226. (Documentos, 132)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1996/97**. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1996. p. 149. (Documentos, 88).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1999. p. 412.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Centro nacional de pesquisa da soja: recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1996/97**. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1996. p. 149. (Documentos, 88).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil 2005: sistema de produção**. Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 2004. v. 6, p. 242.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development** ames: cooperative extension service. Iowa: State University, 1977. p.11. (Special Report, 80).

FERREIRA, L. A., OLIVEIRA, J. A., VON PINHO, E. V. R. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.80-89, 2005.

FORCELLA, F. Weed seed bank dynamics under herbicide tolerant crops. In: THE 1999 BRIGHTON CONFERENCE - WEEDS, n. 1, 1999, Brighton, **Proceedings...** Brighton: BCPC, 1999. p.409-417.

FRANÇA NETO, J. B. Perspectivas futuras da cultura da soja no Brasil: produção, produtividade, expansão de área. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION

CONFERENCE, 4; CONGRESSO MUNDIAL DE SOJA, 3, 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa, 2004. p. 1203.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. ; ZUFFO, N. L. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade da sementes de soja no Mato Grosso do Sul. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA, 1985, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, Centro Nacional de pesquisa de soja, 1984/1985. p.4334-435.

FRESOLI, D. M.; BERET, P. N.; GUAITA, S. J.; ROJAS, P. H. Evaluación de un bioestimulante en sojas con distintos hábitos de crecimiento. In: CONGRESO DE SOJA DEL MERCOSUR, 3, 2006, Rosário. **Anais...** Rosário: Mercosoja. 2006. p. 578-581.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; BORTOLETTO, H.; SABINO, J. C.; BOLONHEZI, D. Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e níveis de nitrogênio em cobertura. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.227-233, 2003.

GAZZIERO, D. L. P. Soja transgênica: o que muda no manejo de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p.143-146.

GOMES, R. P. **A soja**. São Paulo: Nobel, 1976. p. 149.

GORDON, B. **Manganese deficiency in Roundup ready soubeans: agronomy e-updates**. Kansas: State University, 2005. p. 1.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, n.2, p.215-228, 1990.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D M. **Handbook of viogour test methods**. 3. ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

HARPER, D. In the field with herbicide resistant crops: Roundup Ready soybeans. In: WESTERN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 9, 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: Boise, 1997. p.8.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, R.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles e practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. p. 880.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. p. 45.

HOWELL, S. H. Transgenic plants for studying responses to the hormones auxin and cytokinin. **Transgenic plants, engineering and utilization**. Amsterdam: North Holland Publisching, 1992. v.1, p. 195-219.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. p.23-24.

JAMES, C. A. **Global review of commercialized transgenic crops**. Ithaca: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2001. (ISAAA Briefs, 24, preview). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/publications/briefs/Brief-24.htm>>. Acessado em: 22 set. 2003.

JANN, R. C.; AMEN, R. D What is germination? In: KAHN, A. A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North Holland Publisching, 1977. p. 7-28.

KULIK, M. M.; YALICH, R. W. Evolution of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.22, n. 4, p.766-700, 1982.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 218.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC/ FUNDAG, 1997. p.202-203.

METIVIER, J.R. Dormência e germinação. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. v. 2, p. 343-392.

MONTEIRO, M. J. C. Insumos: vendas menores. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.15, n.11, p.25-27, 1995.

MILLÉO, M. V. R. **Avaliação da eficiência agronômica do produto Stimulate® aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.)**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. p. 18. (Relatório Técnico).

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Épocas de semeadura de soja: Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Londrina, v. 18, n.11, p.1187-1198, 1983.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.3, p.550, 2004.

PASCALE, A.J.; DAMARIO, E.A. **Bioclimatologia agrícola e agroclimatologia**. Buenos Aires: Editorial Facultad Agronomia, 2004. 550 p.

PILLARY, I; RAILTON, I. D. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, light-grown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 71, n.4 , p. 972-974, 1983.

POLLOCK, B. M. Effects of environment after sowing on viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. p. 150-171.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

PRADO NETO, M; DANTAS, L. V. C. A.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.693-698, 2007.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **Como a planta de soja se desenvolve?** Piracicaba: Potafós, 1997. 22 p. (Arquivo do Agrônomo).

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coord.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**, 1994. p. 65-98.

SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. México: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v.17, n.3, p.124-130, 2005.

SICHMANN, W. **A soja no Brasil central**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. v.1, p. 405-444.

SIMON, C. W. Impacto da biotecnologia no mercado de agroquímicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p.119-120.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 559p.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1, 1992, Uberaba. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 1993. p.105-127.

TECCHIO, M. A.; LEONEL, S.; CAMLI, E. C.; MOREIRA, G. C.; PIRES, E. J. P.; RODRIGUES, J. D. Uso de bioestimulante na videira 'Niagara Rosada'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1236-1240, 2006.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; RODRIGUES, J. D.; VIEIRA, C. R. Y. I.; TERRA, M. M.; BOTELHO, R. V. Aplicação de bioestimulante nas características ampelométricas da infrutescência da videira 'Tieta'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.300-303, 2005.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; BALLE, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R. E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis sp.* **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, 1984.

VAN HUIZEN, R.; OZGA, J. A.; REINECK, D. M. Influence of auxin and gibberellin on vivo protein synthesis during early pea fruit growth. **Plant Physiology**, Waterbury, v.112, n.1, p.53-59, 1996.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C.; CATO, S. C.; SILVA, G. P. Stimulate no sistema de produção da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27, 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja, 2005. p. 82-83.

WENT, F. W.; THIMANN, K. V. Biochemistry and mode of action of hormones. In: HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: Wiley, 1999. p. 335-363.

YAMADA, T. Por que há tantas doenças de plantas no sistema plantio direto? **Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 114, p. 20, 2006.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST: sistema de análise de variância por microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1991. 104 p.