

UNIOESTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ –UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

RODOLFO LINZMEYER JUNIOR

**INFLUÊNCIA DE RETARDANTE VEGETAL E DENSIDADE DE
PLANTAS NO CRESCIMENTO, COMPONENTES DA PRODUÇÃO,
PRODUTIVIDADE E ACAMAMENTO NA SOJA.**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
SETEMBRO/2006

RODOLFO LINZMEYER JUNIOR

**INFLUÊNCIA DE RETARDANTE VEGETAL E DENSIDADE DE
PLANTAS NO CRESCIMENTO, COMPONENTES DA PRODUÇÃO,
PRODUTIVIDADE E ACAMAMENTO NA SOJA.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: PROF. DR. VANDEIR
FRANCISCO GUIMARÃES

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

SETEMBRO/2006

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela infindável generosidade ao conceder-me saúde e a oportunidade de concluir este trabalho.

À minha família, principalmente à minha mãe por toda dedicação e amor.

Ao Professor Dr. Vandeir Francisco Guimarães pela paciência e amizade durante todos os anos de convívio, e pela valiosa orientação prestada para a realização deste trabalho.

À COOPAVEL, por ter cedido toda a infra-estrutura necessária para a realização do experimento de campo, principalmente ao colega e amigo Jorge Luiz Knebel.

À UNIOESTE, a todos os funcionários e amigos e principalmente ao quadro de professores por todos os ensinamentos transmitidos.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo, tornando possível a realização do programa de pós-graduação.

Aos amigos de verdade, e a todas as pessoas que apoiaram de alguma forma para que eu conseguisse alcançar este objetivo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 A CULTURA DA SOJA.....	10
2.2 DENSIDADE DE SEMEADURA E ACAMAMENTO	11
2.3 REGULADORES VEGETAIS	13
2.4 MODO DE AÇÃO E EFEITO FISIOLÓGICO DE REGULADORES VEGETAIS ..	15
2.5 MODO DE AÇÃO DAS GIBERELINAS	16
2.6 MODO DE AÇÃO DOS INIBIDORES DA SÍNTESE DE GIBERELINA	19
2.7 USOS E EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA AGRICULTURA.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	22
3.2 DESCRIÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	22
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	23
3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	25
3.5.1 Características Não Destrutivas	25
3.5.2 Características Destrutivas.....	26
3.5.3 Componentes da Produção e Produtividade	27
3.5.4 Percentagem de Acamamento	27
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS NÃO DESTRUTIVAS E DESTRUTIVAS.....	28
4.2 COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE	37
4.3 ACAMAMENTO DE PLANTAS	39
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Tratamentos utilizados para avaliação do efeito do regulador vegetal Etil Trinexapac em diferentes densidades de semeadura na cultura da soja, no município de Cascavel – PR, 2005/2006	23
TABELA 2	Características químicas do solo da área experimental CTC COOPAVEL. Cascavel PR 2005/2006	24
TABELA 3	Médias gerais durante o ciclo de altura e diâmetro do caule de plantas de soja, cultivar CD 209, em função da densidade de plantas. Cascavel – PR, 2005/2006	32
TABELA 4	Massa seca de folhas (MSF), massa seca de caules + pecíolos (MSCP), massa seca de estruturas reprodutivas (MSER), massa seca total (MST) e área foliar (AF) de plantas de soja, cultivar CD 209, em função do estágio fenológico de coleta, densidade de plantas e doses de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar, aos 35 dias após a emergência (DAE). Cascavel – PR, 2005/2006.....	35
TABELA 5	Número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (P) de plantas de soja, cultivar CD 209, em função da densidade de plantas e doses de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar, aos 35 dias após a emergência (DAE). Cascavel – PR, 2005/2006.....	38
TABELA 6	Notas para acamamento de plantas de soja, cv. 209, aos, 130 dias após a emergência (DAE) em resposta a duas densidades de semeadura e doses crescentes de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar aos 35 DAE. Marechal Cândido Rondon – PR, 2005.....	40

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** Quantidade de precipitação pluvial (mm) nos meses referentes à condução do experimento no Centro Tecnológico Coopavel – Cascavel PR 2005/06.....25
- FIGURA 2** Altura de plantas de soja cultivar CD 209 no decorrer das coletas realizadas em função das diferentes doses de etil trinexapac aplicadas. Cada ponto equivale à média de quatro repetições realizadas para cada tratamento em cada coleta.....29
- FIGURA 3** Altura de plantas de soja cultivar CD 209 diretamente em função das diferentes doses de etil trinexapac aplicadas para as coletas realizadas aos 42, 56 e 70 dias após a emergência respectivamente ...31
- FIGURA 4** Diâmetro de caule de plantas de soja cultivar CD 209 no decorrer das coletas realizadas em função das diferentes doses de Etil trinexapac aplicadas33
- FIGURA 5** Diâmetro de caule de plantas de soja cultivar CD 209 diretamente em função das diferentes doses de Etil trinexapac34

RESUMO

A soja apresenta notória importância na cadeia nacional de produção de grãos, atualmente é o principal produto agrícola brasileiro justificando investimentos em tecnologia visando o aumento da produtividade e redução dos fatores adversos à cultura. Assim, o presente trabalho se propõe a avaliar o efeito da utilização de retardante vegetal em diferentes densidades de semeadura sobre o crescimento, componentes de produção, produtividade e acamamento na cultura da soja cultivar CD 209. O experimento foi desenvolvido no Centro Tecnológico Coopavel no município de Cascavel PR. Para tanto, realizou-se plantio direto na palha. O delineamento experimental constitui-se de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial (6X2), sendo os tratamentos obtidos pela combinação de seis doses do retardante etil trinexapac (0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 e 1,0 L ha⁻¹) e duas densidades de semeadura (14 e 18 plantas m⁻²). Foram realizadas avaliações com frequência de 14 dias, a partir dos 21 dias após a emergência (DAE) até o florescimento pleno da cultura, obtendo-se o diâmetro de caule e a altura de dossel das plantas. Também foram realizadas três coletas destrutivas aos 35, 70 e 100 DAE para obtenção de massa seca nos diferentes órgãos da planta e área foliar. Na colheita avaliaram-se os componentes da produção, produtividade e acamamento. O retardante vegetal e as densidades de semeadura influenciaram diretamente na altura e no diâmetro de caule das plantas. Para massa seca, componentes da produção, produtividade e acamamento não houve influência, no entanto a área foliar foi influenciada pela densidade de semeadura.

Palavras-chave: reguladores vegetais, soja, giberelina e acamamento.

ABSTRACT

The soybean presents well-known importance in the national chain of production of grains, currently it is the main Brazilian agricultural product justifying investments in technology aiming at the increase of the yield and reduction of the adverse factors to the crop. Thus, the present work if considers to evaluate the effect of the vegetal retardant use in different densities of sowing on the growth, components of yield, productivity and fallen plant index in the crop of the soybean to cultivate CD 209. The experiment was developed in the Technological Center Coopavel in the city of Cascavel PR. For in such a way, no tillage system was become fulfilled. The experimental design was arranged in randomized complete blocks, with four replications, in factorial outline (6X2), being the treatments gotten for the combination of six levels of the vegetal retardant Etil Trinexapac (0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 and 1,0 L ha⁻¹) and two densities of sowing (14 and 18 plants M⁻¹). Evaluations with frequency of 14 days had been carried through, from the 21 days after the emergency (DAE) until the full bloom of the crop, getting themselves the diameter of stem and the height of canopy of the plants. Also three destructive collections to the 35 had been carried through, 70 and 100 DAE for attainment of dry matter in the different parts of the plant and leaf area. In the harvest the components of the yield had been evaluated, productivity and fallen plant index. The vegetal retardant and the densities of sowing had influenced directly in the height and the diameter of stem of the plants. For dry matter, components of the yield, productivity and fallen plant index did not have influence; however the leaf area were influenced by the sowing density.

Key words: vegetal retardants, soybean, giberelin and fallen plant index.

1 INTRODUÇÃO

A importância econômica da cultura da soja é extremamente relevante, pelo fato de ser uma excelente fonte protéica e poder ser cultivada em quase todas as regiões do mundo, atualmente, o complexo soja é considerado como a principal cadeia produtiva do agronegócio mundial.

A Produtividade da cultura da soja vem aumentando gradativamente devido a fatores como: aquisição de tecnologia adequada por parte dos produtores, fomento da pesquisa e obtenção de novas variedades mais produtivas e menos susceptíveis às condições adversas que acometem a cultura.

Substâncias que têm como efeito fisiológico a redução do crescimento, denominadas retardantes vegetais têm sido utilizadas em grandes culturas visando principalmente à redução do porte, como é o caso do algodão, facilitando a colheita e tratos culturais e também do trigo, da cevada e do arroz onde tais substâncias são utilizadas visando redução de perdas na colheita, pois atuam reduzindo o porte e aumentando o diâmetro dos entre-nós e, por conseguinte reduzindo o acamamento nestas culturas.

A cultura da soja pode ter seu potencial produtivo reduzido devido a fatores como a incidência de pragas e doenças concorrendo para uma redução na produção final. No entanto, o acamamento é um fator que pode influenciar na redução da produção por área, pois é responsável por perdas consideráveis de grãos que não são recolhidos pela plataforma de corte, ficando no campo, representando em algumas situações perdas consideráveis na produção final. Este último fator é altamente influenciado pela densidade de semeadura, geralmente ocorrendo em altas populações de plantas.

Desta forma, o uso de substâncias que visem a redução do porte da planta deve ser considerada como alternativa para materiais com alto potencial produtivo, mas susceptíveis ao acamamento devido ao porte alto, ou ainda como solução ao acamamento em situações de alta densidade de plantas. Além disso, faz-se

necessário o estudo da utilização de reguladores vegetais em grandes culturas, os quais podem vir a ser uma alternativa no processo de produção vegetal.

Face ao exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do retardante vegetal Etil Trinexapac na redução do porte de plantas de soja, cv. CD 209, com o intuito de observar uma possível relação com a percentagem de acamamento em duas densidades de semeadura, e também avaliar a influência do retardante vegetal sobre o crescimento, componentes de produção e produtividade na cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta dicotiledônea, da família das leguminosas, sub-família Papilionoideae, gênero *Glycine*. A espécie cultivada é a *Glycine max* (L.) Merrill. Embora seja uma planta originária de clima temperado, a soja adapta-se bem em uma ampla faixa de outros climas. Assim, suas variedades aclimatadas podem ser cultivadas nos climas tropical e subtropical (Godoy et al., 1973).

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) atualmente cultivada é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da Antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, arroz e centeio, era considerada um grão sagrado. Apesar de conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos, sendo uma das mais antigas plantas cultivadas no planeta, o Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século vinte, quando os Estados Unidos (EUA) iniciaram sua exploração comercial, primeiro como forrageira e, posteriormente, como grãos. (Agromil, 2006).

Na Europa, os registros indicam que a soja se tornou conhecida a partir de 1739, quando foi plantada no Jardim Botânico de Paris. Sua primeira ocorrência na América foi registrada em 1804, na Pensilvânia. A mais antiga referência da soja no Brasil foi a experiência feita na Bahia por Gustavo D'Utra. (Castro & Kluge, 1999).

O primeiro registro de plantio de soja no Brasil data de 1914, no município de Santa Rosa, RS, mas foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul (área cultivada de 640 ha, produção de

450 t. e rendimento de 700 Kg ha⁻¹). Nesse mesmo ano instalou-se em Santa Rosa, RS, a primeira indústria processadora de soja do país e, em 1949, com produção de 25.000 toneladas, o Brasil figurou pela primeira vez como produtor de soja nas estatísticas internacionais (Agromil, 2006).

A cultura soja vem crescendo significativamente no Brasil desde que se expandiu da região Sul para os outros estados. Atualmente, os produtores brasileiros dispõem de tecnologia de produção agrícola perfeitamente adaptada às condições brasileiras, fazendo com que alcancem produtividades de 3.000 a 6.000 Kg ha⁻¹ (50 a 100 sacas ha⁻¹) (Câmara, 1998).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e ocupa também a posição de segundo maior exportador de soja, farelo e óleo de soja, sendo que a exportação nacional de soja variou de 11% em 1996 para 32% em 2005 (Padoan, 2006).

Dados relativos à safra brasileira de soja referentes ao último ano agrícola apontam uma produção total de 51.452 milhões de toneladas em área total de 23.301,1 milhões de hectares perfazendo uma produtividade média de 2208 Kg ha⁻¹. A região Sul apresentou uma produção de 12.793 milhões de toneladas em uma área de 8.588,5 milhões de hectares apresentando uma produtividade média de 1490 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2006).

Segundo dados da SEAB (2006), o estado do Paraná na safra 2005/2006 apresentou uma produção de 9.289.198 toneladas em 3.885.507 hectares de área total, o que resulta em uma produção média de 2390 Kg ha⁻¹.

2.2 DENSIDADE DE SEMEADURA E ACAMAMENTO

A população de plantas ideal para que se obtenham os maiores rendimentos e a que mais se ajusta à colheita mecânica é de 350 mil plantas por hectare. Variações de até 15%, nesse número, não alteram significativamente o rendimento de grãos, desde que as plantas sejam distribuídas com uniformidade, sem falhas (Nakagawa et al, 1988).

Ainda segundo o mesmo, para se obter a população de 350 mil plantas por hectare, semeia-se uma certa quantidade de sementes que permita 14 plantas por metro linear no espaçamento de 40 cm, 18 em 50 cm e 21 em 60 cm.

Em função dos avanços nos sistemas de semeadura, de novas cultivares, de melhoria da capacidade produtiva dos solos, de adoção de práticas conservacionistas, de cobertura vegetal do solo e da semeadura direta, entre outros fatores, a população padrão de plantas de soja foi reduzida gradativamente, nos últimos anos de 400 mil, passando por 350 mil, para aproximadamente, 320 mil plantas por hectare. Esse número pode, ainda variar em função da cultivar e/ou da capacidade produtiva do solo, do volume e distribuição de chuvas no período de implantação e de crescimento de plantas e da data de semeadura (EMBRAPA, 2006).

População de plantas muito acima da recomendada, além de não proporcionarem acréscimo na produtividade, podem acarretar riscos de perdas por acamamento e aumento no custo de produção. Densidades muito baixas resultam em plantas de porte baixo, em maior incidência de plantas daninhas e maiores perdas na colheita (Rosolem et al., 1983).

Pinthus (1973) definiu o acamamento como um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à sua posição original, que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. O acamamento muitas vezes envolve a ruptura dos tecidos, desconectando a vascularização do colmo e, portanto, impedindo a recuperação da planta (Fahn, 1975). O acamamento afeta a estrutura morfológica essencial para o uso eficiente de carboidratos e sua translocação para o grão e, quanto mais cedo ocorre, maior será a redução no rendimento e na qualidade do grão (Zanatta & Oerlecke, 1991).

Para Wiersma et al. (1986) e Tatnell (1995), os prejuízos em consequência do acamamento e do maior crescimento de plantas ocorrem por causa das dificuldades da colheita e do aumento da umidade dos grãos nas plantas acamadas. Além disso há decréscimo na produtividade e na qualidade de grãos, decorrentes da maior incidência de doenças nas plantas acamadas, da interferência na translocação, da assimilação de carboidratos e minerais e do decréscimo da fotossíntese.

Em condições favoráveis ao acamamento das plantas, pode-se corrigir o problema sem afetar o rendimento, reduzindo-se a população em 20 a 25%. (Peluzio et al., 2000).

Em áreas mais úmidas e de solos de alta fertilidade (natural ou construída), onde, com frequência, ocorre acamamento das plantas, a população de plantas pode ser reduzida em até mais 20 a 30%, quando em semeadura de novembro, para evitar acamamento e, conseqüentemente, possibilitar maior rendimento (EMBRAPA, 2006).

Para uma população fixa, a produção por planta decresce quando se aumenta a densidade de semeadura na linha. Isto ocorre em razão da maior competição entre plantas dentro de uma mesma fileira, resultando em uma tendência à menor produção por unidade de área. O componente da produção mais afetado é o número de vagens por planta, em consequência da redução do número de ramos. Verifica-se, ainda, aumento no porte de plantas, na altura de inserção das primeiras vagens e redução no diâmetro do caule, aumentando o risco de acamamento, (Urban Filho & Souza, 1993), Peluzio et al.,(2000).

Uma das consequências advindas da utilização de maior densidade de semeadura é a elevação da estatura da planta e a diminuição do diâmetro do caule, características essas que predispõem a planta a maior acamamento ou quebra de plantas (Cholaky et al.,1981, Schmidt 1985). Hoffman (1992) afirma que o uso de reguladores de crescimento pode solucionar esses problemas, melhorando a resistência ao acamamento é a produção de grãos.

Outro efeito da densidade de semeadura sobre a cultura da soja é sobre os componentes de produção. De acordo com Gopalaswamy et al., (1979) a densidade de semeadura e conseqüentemente a população final de plantas é um dos fatores que se destacam em afetar a produtividade, pois influi diretamente nos componentes de produção. Dentre os componentes de produção, o número de vagens por planta é o mais afetado pela variação na população, apresentando relação inversa com a densidade de plantas (Laurence, 1974; Nakagawa et al., 1983). Além do efeito no número de vagens por planta, a variação na densidade de plantas pode ocasionar efeitos no peso de 100 sementes (Gopalaswamy et al., 1979).

2.3 REGULADORES VEGETAIS

Reguladores vegetais são compostos orgânicos que em pequenas quantidades, de alguma forma podem modificar o processo fisiológico de uma planta, e raramente agem sozinhos, pois geralmente a ação de dois ou mais destes componentes é necessária para produzir um efeito fisiológico (Leite et. al, 2003). Para Castro & Vieira (2001), biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno).

Rademacher (2000), define retardantes vegetais como compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade. De acordo com Castro & Melotto, (1989) a aplicação destes produtos pode ser feita via foliar, tratamento de sementes ou estacas ou ainda via solo, de maneira que as substâncias sejam absorvidas e possam exercer sua atividade.

Em plantas, assim como nos animais, muitos processos bioquímicos e fisiológicos são controlados por hormônios. Os hormônios são produzidos em um sítio da planta e translocados para outros sítios para alterar o crescimento e desenvolvimento. O hormônio natural e outros materiais são essencialmente “mensageiros químicos”, influenciando em muitos pontos no desenvolvimento da planta. Uma distinção pode ser feita entre os termos hormônio vegetal e regulador de crescimento. O hormônio vegetal é uma substância natural produzida pela própria planta. Hormônios sintetizados quimicamente provocam reações similares às aquelas causadas pelos naturais. Os cinco grupos de hormônios naturais de plantas conhecidos são: auxinas (Ácido Indolacético (IAA), Ácido Indolbutírico (IBA)) giberilinas (Gás em várias formas), citocininas (Zeatina, Cinetina, 6-BA), etileno (Etephon) e ácido abscísico (ABA). Reguladores de crescimento ou reguladores vegetais inclui a forma natural ou sintética, que quando aplicada em plantas influenciam no seu crescimento e desenvolvimento (Hartmann et. al. 1988).

É possível conseguir plantas com tamanho adequado com auxílio de retardantes, visando à redução do crescimento excessivo de seus internódios (Hertwig, 1977). O crescimento das plantas é grandemente influenciado pelo uso de reguladores vegetais que podem alterar diferentemente os órgãos das plantas, influenciando seu porte final. Alterando o crescimento de partes da planta, podem afetar a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade (Martins et. al. 1997). Segundo Kaufmann (1988), o crescimento é definido como um aumento irreversível no tamanho e número de células, e o desenvolvimento é a transformação da aparência das diferentes células nos órgãos da planta.

Coll et al. (2001), relata que o crescimento das plantas é um processo bastante complexo. As plantas absorvem uma série de substâncias, que têm que transformar e converter em matéria constituinte. Através dos processos de divisão e alongamento celular, ocorre incremento irreversível na massa do protoplasma,

aumentando de tamanho os órgãos do vegetal, que podem ser mensurados através da massa seca.

Os reguladores de crescimento podem ser classificados em três tipos, sendo no primeiro enquadrados os reguladores de supressão mitótica do crescimento e desenvolvimento, como a hidrazina maleica, o segundo tipo seriam os que agem na alongação e inibição do crescimento pela giberelina, como o paclobutrazol, uniconazole. E no terceiro grupo, encontram-se os inibidores da reprodução para preservar a vegetação (Kaufmann 1988).

O uso de biorreguladores ou reguladores vegetais na agricultura têm mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (Vieira & Castro 2001).

2.4 MODO DE AÇÃO E EFEITO FISIOLÓGICO DE REGULADORES VEGETAIS

Os efeitos fisiológicos de reguladores vegetais têm sido estudados visando ao avanço no conhecimento da ação estimulatória ou inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, essa idéia vem sendo modificada com a evolução de novas pesquisas que têm demonstrado que as mudanças estruturais ocorridas na planta estão associadas a mudanças metabólicas, ou então que o estado nutricional da planta tem um importante efeito nas mudanças morfológicas induzidas por reguladores vegetais (Martins et. al. 1998).

A ação dos reguladores de crescimento pode, se dar diretamente, provocando mudanças físicas nas estruturas celulares ao interagir com elas ou, indiretamente, interferindo com o caminho metabólico que conduz a um determinado tipo de estrutura (Hertwig, 1977).

Ainda, segundo este, a célula vegetal é envolvida por uma parede celular que pode vir a sofrer alterações por ação dos reguladores que interfiram nos fenômenos de expansão celular. Sabe-se que tanto giberilinas como auxinas agem sobre a estrutura da parede celular. Os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Os hormônios agem primeiro ao nível de membrana plasmática, na qual encontram-se as proteínas (Salisbury & Ross, 1994).

Os reguladores de crescimento atuam dentro da planta na redução da produção natural de giberelina, modificando sua morfologia, obtendo plantas pequenas. Outros químicos que reduzem o tamanho de plantas interferem no desenvolvimento do meristema apical, interferindo no florescimento normal. Os reguladores vegetais afetam a formação de células e a elongação do internódio abaixo do meristema, assim plantas curtas são obtidas com o desenvolvimento de flores normais. Esses retardantes são freqüentemente referidos como antigiberilinas (Barret, 1992).

O mesmo, afirma que os resultados na aplicação de retardantes são opostos aos da giberelina nas plantas. Comprimento de internódios são reduzidos, contudo o número de internódios não é normalmente afetado. Além disso, as folhas são menores e ficam com um verde mais forte. Contudo, todos retardantes de crescimento tem uma ação similar dentro da planta, com poucas diferenças em resposta na produção. As reações para essas diferenças não são claramente compreendidas.

Para (Hartmann et. al. 1988), a membrana celular também constitui um sitio sujeito à ação hormonal, especialmente nos fenômenos que envolvem mudanças de permeabilidade ou liberação de substâncias a ela ligadas. Os reguladores podem agir também sobre as membranas de organelas de forma semelhante à da membrana celular ou alterando os processos metabólicos específicos que essas organelas desempenham. A alteração dessas funções implicaria modificação de suprimento de fatores limitantes para outros processos bioquímicos da célula que deles dependam. É o caso, por exemplo, da ação sobre suprimento de ATP e ADP e de substratos para outras reações.

As várias substâncias de crescimento endógenas provavelmente desempenham um importante papel na determinação dos componentes do rendimento da planta e em suas interações, mas o conhecimento sobre sua ocorrência e ação ainda é bastante rudimentar (Evans et al., 1980).

2.5 MODO DE AÇÃO DAS GIBERELINAS

As giberelinas influenciam muitos processos no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Níveis máximos de giberelina são encontrados em

folhas jovens e em condições de altos níveis nutricionais. Grãos, plântulas e caules de cultivares anões, ao contrário do que se poderia pensar, apresentam altos níveis de giberelina, respondendo menos a aplicações exógenas de giberelina que os cultivares altos. Assim, os cultivares anões aparentemente apresentam um bloqueio na utilização de giberelina, que pode afetar outras características além do comprimento do caule. Por exemplo, giberelinas podem influenciar a vernalização em trigo, e a síntese de giberelina por retardantes de crescimento pode retardar a vernalização do trigo (Suge & Osada, 1966).

Segundo os mesmos autores, as giberilinas também estão envolvidas no crescimento dos filamentos e na deiscência das anteras.

As giberilinas são responsáveis por várias funções fisiológicas importantes no desenvolvimento das plantas superiores (Hooley 1994). Das funções mais conhecidas, destacam-se a mobilização de reserva em sementes de cereais em germinação e a promoção do alongamento do caule em algumas espécies. Dependendo da planta, as giberilinas também podem ser necessárias à expansão foliar, à indução floral, a biossíntese de antocianinas (Stephen *et al.* 1997) e ao desenvolvimento de frutos imaturos (Graebe 1987, Garcia-Martinez *et al.* 1987, Van Huizen *et al.* 1997).

Taiz e Zeiger (2003), relatam que as giberelina atuam ativamente na germinação das sementes por induzirem, via ação gênica, a síntese de enzimas de “lise” que promovem a quebra e mobilização de substâncias de reserva no endosperma das sementes.

Sabe-se que o ácido giberélico pode funcionar como regulador da divisão e alongamento das células (Takahashi *et al.*, 1988), estimulando o crescimento do vegetal pelo aumento da extensibilidade da parede celular (Raven *et al.*, 1992), participando deste modo no crescimento do caule das plantas, possuindo a capacidade de reverter o nanismo de algumas plantas, visto ser este resultado da deficiência na síntese de giberelina endógena (Awad & Castro, 1983).

Stant (1961) estudou várias espécies vegetais, concluindo que o ácido giberélico teve efeito significativo no aumento das células, isto mais evidenciado nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas. Segundo Sihamed (1978), O ácido giberélico ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células as quais se alongando irão determinar o comprimento do caule.

Para Metivier (1986), os efeitos mais espetaculares das giberilinas aparecem no crescimento, especialmente no alongamento do caule, podendo o crescimento foliar ser aumentado em muitas espécies, diferenciação da zona cambial e do xilema, também podem ser induzidas por giberilinas.

Aplicações de retardantes inibidores de giberelina, como o chlormequat, por exemplo, podem aumentar o rendimento pela redução do acamamento da cultura, em condições e cultivares onde esse problema é sério. Além dos caules mais curtos e grossos nas plantas tratadas, o crescimento radicular pode ser mais vigoroso, e as folhas podem se tornar mais curtas, largas e horizontais. O número de Vagens por área também pode aumentar como resultado da aplicação dessa substância (Hertwig, 1992).

As giberilinas (GAs) desenvolvem um papel essencial em vários aspectos do crescimento e desenvolvimento da planta, como na germinação de sementes (Haba et al., 1985, Khafagi et al., 1986, Kumar & Neelakandan, 1992; Maske et al., 1997), alongamento do caule e florescimento (Yamaguchi & Kamiya, 2000). Estas são extensamente utilizadas para manipular a formação floral e queda de frutos na horticultura. Quando aplicadas no estágio de pré-florescimento, decresce o número de flores e pegamento de frutos, provavelmente pelo aumento de massa vegetativa, que dividirá os fotoassimilados com os frutos (Birnberg & Brenner, 1987). Esta hipótese é também sustentada por King et al. (2000), que cita grande crescimento do caule em *Fuschia hybrida* e *Pharbitis nil*, resultando na inibição do florescimento.

No que diz respeito à aplicação prática dos efeitos da giberelina, em estudo realizado por Castro (1981) a utilização de 100 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionou aumento de massa de matéria seca total e de folhas em plantas de soja. Já Katayama & Akita (1989) aplicando GA₃ em arroz, observaram aumento no crescimento inicial das plantas, aumento do comprimento e redução da largura das folhas resultando em diminuição da área foliar. Na cultura da alfafa, Ono (2002), verificou que o tratamento de plantas com GA₃, proporcionou aumento na altura de plantas, maior teor de clorofilas e maior produção de matéria seca de caule e matéria seca total.

A aplicação foliar de GA₃ na fase vegetativa da cultura da soja, associada ou não a aplicação de citocinina, proporcionou maior crescimento de plantas, com aumento na altura do primeiro nó e nos ramos laterais (Leite, 1998).

2.6 MODO DE AÇÃO DOS INIBIDORES DA SÍNTESE DE GIBERELINA

A maioria dos retardantes vegetais age por inibição da biossíntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular (Davies, 1995).

De acordo com Arteca (1995), os diferentes tipos de retardantes vegetais, agem inibindo a rota comum de síntese de todos os ácidos giberélicos sintetizados pelos vegetais superiores, em diferentes locais, sendo que, atualmente foram isoladas mais de 126 giberelinas.

No que tange, especificamente aos inibidores da síntese de giberelina, Salisbury & Ross (1992) relatam que os reguladores cloreto de mepiquat e paclobutrazol atuam inibindo a síntese de GA₁₂ aldeído, na rota comum. Dessa forma, o cloreto de mepiquat impede a passagem do Geranil Pirofosfat a ent-caureno, enquanto o paclobutrazol impede a passagem do ent-caureno a ácido ent-hidroxicaurenóico, resultando na diminuição do GA₁₂-aldeído, do qual se formam as giberelinas conhecidas nos vegetais superiores, e em mais de 126 quando se adicionam a estes, fungos, etc.

O cloreto de mepiquat é utilizado para diminuir a altura de plantas, inibindo a síntese endógena de giberelina, obtendo-se uma produção mais compacta, com maior crescimento de ramos, formação de folhas verde escuras e florescimento precoce (Figueiredo, 1998).

O ethyl-trinexapac também atua na inibição da síntese de giberelina, pois atua a partir do GA₁₃-aldeído, inibindo a partir deste a síntese de giberelina de alta eficiência biológica como GA₁, GA₃, GA₄, GA₇, GA₉, GA₂₀, etc. Desta forma, em função da ação desse composto, as plantas tem dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelina biologicamente menos eficientes como GA₈, GA₁₇, GA₁₉, GA₂₄, etc., o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica do caule (Naqvi, 1994; Taiz; Zeiger, 1998).

2.7 USOS E EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA AGRICULTURA

A descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, tem contribuído para solucionar problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (Castro & Vieira, 2001).

De acordo com Rademacher (2000), na Europa os reguladores vegetais são utilizados em pequenos cultivos de grãos, onde são parte integral do sistema de produção para reduzir riscos de acamamento devido a precipitações intensas e ventos, bem como, agindo também na redução do crescimento vegetativo excessivo do algodoeiro. Para Reddy (1990) o uso de reguladores vegetais torna-se inevitável em áreas que apresentem condições de alta umidade e adequada disponibilidade de nutrientes.

Em estudo realizado por Cathey E Meredith Junior (1988), a aplicação do regulador vegetal cloreto de mepiquat em algodoeiro semeado tardiamente, proporcionou o aumento de produção e redução da altura da planta.

Aplicações de chlormequat na cultura do trigo podem aumentar o rendimento pela redução no acamamento da cultura, em condições e cultivares onde esse problema é sério. Além dos caules mais curtos e grossos nas plantas tratadas, o crescimento radicular pode ser mais vigoroso, e as folhas podem se tornar mais curtas, largas e horizontais. O número de grãos por espiga é freqüentemente aumentado por aplicações chlormequat, enquanto o tamanho dos grãos é reduzido. O número de perfilhos e espigas por área também pode aumentar como resultado da aplicação dessa substância (Castro & Kluge, 1999).

Na cultura do milho, em condições de seca vislumbra-se a possibilidade de se reduzir a evapotranspiração através da aplicação de reguladores como o ethephon (Kasele et al., 1994; Sagaral & Parrish, 1990). Ao passo que de acordo com Castro & Kluge (1999), é de se esperar que a aplicação de reguladores vegetais que proporcionem a elevação da evapotranspiração, em condições de adequado suprimento de água, alterem positivamente o rendimento de grãos.

A altura da planta de milho pode também ser reduzida com a aplicação de ethephon, conforme Moro & Castro (1984).

A aplicação de ethephon 240 a 280 g i.a./ha, durante a indução floral, pode promover precocidade, uniformidade e aumento de produção do arroz.

No que se refere ao paclobutrazol, de acordo com estudo realizado por Sankhla (1985) na cultura da soja, este observou redução na altura da planta e modificação no número e atividade das enzimas, além do atraso no início da senescência, prolongando o ciclo da cultura.

Na cultura da soja, quando se trabalha com reguladores vegetais, deve-se considerar a variedade, o ambiente e as práticas agrícolas utilizadas. Com as numerosas variedades e cultivares disponíveis, com os diversos climas existentes e com as diversas práticas agrícolas, o número de variáveis sob as quais um regulador vegetal agirá torna-se quase infinito (Stutte & Davis, 1984).

Segundo Hicks (1983), uma vez que a soja aborta grande quantidade de flores, o objetivo principal dos reguladores vegetais é aumentar a produção de vagens, utilizando substâncias que retardem o crescimento vegetativo durante a floração.

Campos (2005), trabalhando com reguladores vegetais na cultura da soja obteve inúmeros resultados, concluindo que os reguladores vegetais podem ser excelentes ferramentas, para serem utilizadas na cultura da soja, podendo influenciar positivamente o número de ramificações, o florescimento, o número de vagens, o enraizamento, a área foliar e o teor de clorofila das folhas, entre outros.

A aplicação de reguladores vegetais tem provocado alterações notáveis no florescimento e na frutificação de muitas plantas. Este fato poderá ter excelentes perspectivas práticas, como por exemplo, a alteração na época de florescimento pode modificar o valor comercial do produto (Castro, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em condições de campo em uma área sob sistema de plantio direto na palha pertencente à fazenda do Centro Tecnológico Coopavel - CTC, localizada na área da Cooperativa Agropecuária Cascavel Ltda – COOPAVEL, no município de Cascavel, BR 277, Km 577, a qual apresenta altitude de 760 metros, latitude 24° 57' 30" S, e longitude 53° 28' 30" W.

3.2 DESCRIÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Foi utilizada no experimento a cultivar CD 209, obtida junto a COODETEC – Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda. Sendo a mesma uma cultivar de ciclo Semiprecoce a médio, porte alto, alta produtividade, hábito de crescimento determinado e de tolerância intermediária em relação ao acamamento.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial (6x2), com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos pela combinação das doses do regulador vegetal aplicado (0, 0,2, 0,4 , 0,6 , 0,8 e 1,0 L ha⁻¹) e de duas densidades de semeadura (14 e 18 plantas m⁻¹) conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados para avaliação do efeito do regulador vegetal etil trinexapac em diferentes densidades de semeadura na cultura da soja, no município de Cascavel – PR, 2005/2006.

Tratamentos	Dose de Etil Trinexapac	Densidade de semeadura
T1	0,0 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T2	0,2 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T3	0,4 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T4	0,6 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T5	0,8 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T6	1,0 L ha ⁻¹	14 sementes m ⁻¹
T7	0,0 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹
T8	0,2 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹
T9	0,4 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹
T10	0,6 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹
T11	0,8 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹
T12	1,0 L ha ⁻¹	18 sementes m ⁻¹

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado no dia 15 de novembro de 2005 buscando assim condições favoráveis ao bom desenvolvimento das plantas de acordo com as recomendações para a cultura da soja.

. Não houve preparo do solo, pois se trata de área em sistema plantio direto. Utilizou-se uma adubação de base de 250 Kg ha⁻¹ da fórmula 0-20-20, de acordo com análise química prévia do solo (Tabela 2) e recomendações para a cultura da soja.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental Centro Tecnológico Coopavel - COOPAVEL. Cascavel PR 2005/2006.

me.100 m ⁻¹ ou Cmolc.dm ⁻³							g.dm ⁻³		%		mg.L ⁻¹ ou mg.dm ⁻³ ou ppm					
Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	T	C	MO	Al	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn	PH CaCl ₂
7,37	5,50	0,61	0,00	3,97	14,69	19,30	45,19	77,73	0,00	76,11	17,10	98,38	75,36	5,99	7,13	5,50
NÍVEL		-		NÍVEL		-		NÍVEL		-		NÍVEL		-		NÍVEL
alto	Alto	alto	baixo	médio	Alto	Alto	alto	Alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	alto	Alto

O experimento constou de 48 parcelas, sendo que cada parcela experimental foi composta por 5 linhas de 6 m de comprimento com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Foram utilizadas duas densidades de semeadura, sendo 14 e 18 plantas por metro, objetivando diferentes populações de plantas. Para tanto, foram semeadas 22 sementes por metro e posteriormente procedeu-se o raleio manual nas parcelas de acordo com as densidades de semeaduras obtidas em sorteio prévio no croqui da área.

A parcela experimental apresentou uma área total de 13,5 m² e área útil de 6,75 m², resultante da eliminação de uma linha em cada lado da parcela, e 0,5 m nos extremos, consideradas como bordadura. Desta forma, o experimento apresentou uma área total de 648 m².

Os tratos culturais e manejos fitossanitários foram realizados criteriosamente de acordo com as recomendações para a cultura da soja (EMBRAPA, 2005).

O regulador vegetal utilizado no experimento foi o Etil Trinexapac, de nome comercial Moddus[®], fórmula “{4-(cyclopropyl-a-hydroxy-methylene)-3,5-dioxocyclohexanecarboxilic acid ethyl ester}”.

A aplicação do retardante vegetal foi realizada aos 35 DAE (dias após emergência) quando a cultura encontrava-se no estágio fenológico V6, utilizando-se equipamento de CO₂ devidamente regulado com vazão de 160 L ha⁻¹. As doses do retardante vegetal utilizadas foram respectivamente: 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 L ha⁻¹ com uma calda de 160 L ha⁻¹.

O índice pluviométrico referente aos meses da condução do experimento a campo estão contidos na Figura .

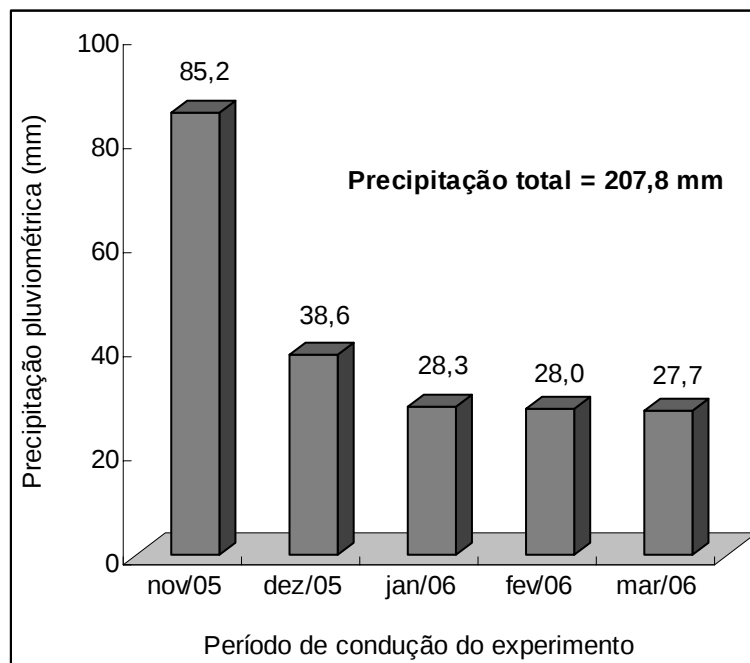


FIGURA 1. Quantidade de precipitação pluvial (mm) nos meses referentes à condução do experimento no Centro Tecnológico Coopavel – Cascavel PR 2005/06.

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.5.1 Características Não Destrutivas

No decorrer do ciclo da cultura foram realizadas avaliações com frequência de 14 dias a partir dos 14 dias após a emergência (DAE) até o florescimento pleno da cultura (estágio R1-R2), perfazendo um total de 5 coletas realizadas aos 14, 28, 42, 56 e 70 DAE, em cada coleta foram analisadas 5 plantas em cada tratamento onde avaliou-se as seguintes variáveis:

- Diâmetro de caule a cinco cm da superfície do solo com auxílio de paquímetro;
- Altura de dossel de planta (medida obtida do colo até a última gema apical).

3.5.2 Características Destrutivas

Para fins de avaliação de massa seca e área foliar, foram realizadas 3 coletas de plantas, sendo: 35 DAE (data da aplicação do produto), 70 DAE (estádio R2-R3), 100 DAE (estádio R5-R6).

Em cada coleta foram retiradas cinco plantas por parcela que foram seccionadas em caule e pecíolo, folhas e estruturas reprodutivas, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ por um período de 72 horas. Posteriormente as amostras secas foram pesadas em balança digital de precisão obtendo-se a massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP) e massa seca de estruturas reprodutivas (MSER). Desta forma obteve-se os dados de massa seca total de planta (MST).

Para a quantificação da área foliar utilizou-se o método de amostragens de acordo com a metodologia de Benincasa (1998). Para tanto, após separadas as folhas, retirou-se 15 discos foliares com um furador cilíndrico de metal com área de $2,65\text{ cm}^2$, a qual considerou-se como área foliar da amostra (AF amostra). Posteriormente o material foi seco em estufa obtendo-se assim a massa seca de amostra (MS amostra) e também a massa seca de folhas (MSF). Dessa forma, obteve-se a área foliar total através da seguinte fórmula:

$$\text{AF} = [(\text{AF amostra} \times \text{MSF}) / \text{MS amostra}].$$

3.5.3 Componentes da Produção e Produtividade

Na ocasião da colheita (estádio R9) foram avaliadas outras variáveis relacionadas à produtividade e aos componentes da produção, que são:

- N° de grãos/vagem;
- N° de vagens/planta;
- Massa de 100 grãos;

Para avaliar a produtividade, procedeu-se coletas em uma área amostral dentro da área útil da parcela, utilizando a extensão de 5 metros dentro das 3 linhas centrais. Os dados de produtividade foram extrapolados e expressos em kg ha^{-1} , e a umidade corrigida para 13%.

3.5.4 Percentagem de Acamamento

Outro parâmetro avaliado por ocasião da colheita foi à percentagem de acamamento. Para tanto, utilizou-se uma escala de notas elaborada por Arf et. al (2001), sendo:

- 0 = sem acamamento
- 1 = até 5% de plantas acamadas
- 2 = 5 a 25% de plantas acamadas
- 3 = 25 a 50% de plantas acamadas
- 4 = 50 a 75% de plantas acamadas
- 5 = 75 a 100% de plantas acamadas

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Após tabulação, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional SAEG 5.0 da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se análise de regressão para o estudo das variáveis em resposta às doses crescentes do retardante vegetal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2, nota-se que os níveis de nutrientes no solo são extremamente satisfatórios, atendendo plenamente a cultura da soja nas suas necessidades nutricionais. O solo apresenta pH 5,5 considerado bom, disponibilizando boa quantidade de macro e micronutrientes à cultura. Outro fator importante é a ausência de alumínio tóxico, o que possibilita um bom suprimento de nutrientes e bom desenvolvimento radicular. Todos os teores de macronutrientes são altos, bem como o teor de matéria orgânica possibilitando à cultura da soja atingir alta produtividade.

Com relação à disponibilidade de água para a cultura, o índice pluviométrico ficou em torno de 207,8 mm (Figura 1), quantidade esta, muito aquém da necessidade da cultura da soja. De acordo com Câmara et al. (1982), a planta de soja requer precipitações em torno de 700 a 1200 mm. Segundo o mesmo, que a escassez de umidade pode reduzir a taxa de crescimento, a fotossíntese, a fixação de nitrogênio e o metabolismo da planta, sendo que os maiores prejuízos pela ausência de umidade ocorrem no florescimento e na frutificação.

4.1 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS NÃO DESTRUTIVAS E DESTRUTIVAS

No que diz respeito à altura de plantas, pela Figura 2, percebe-se que há o aumento natural para este fator durante o avançar do ciclo da cultura, havendo diferença significativa entre as coletas. No entanto não há diferença de altura entre os tratamentos nas coletas realizadas aos 14 e 28 DAE, sendo somente constatada uma diferenciação a partir da coleta realizada aos 42 dias após a emergência, pois a aplicação do regulador vegetal (etil trinexapac) foi realizada aos 35 DAE. A partir desta data os tratamentos apresentaram comportamento diferenciado em relação à altura. As plantas que compõe a testemunha apresentaram invariavelmente as

maiores alturas durante todas as coletas realizadas a partir dos 42 DAE. Em contrapartida, o tratamento com $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ apresentou os menores valores de altura em todo o ciclo da planta. Os demais tratamentos apresentaram comportamento intermediário com relação a esta variável.

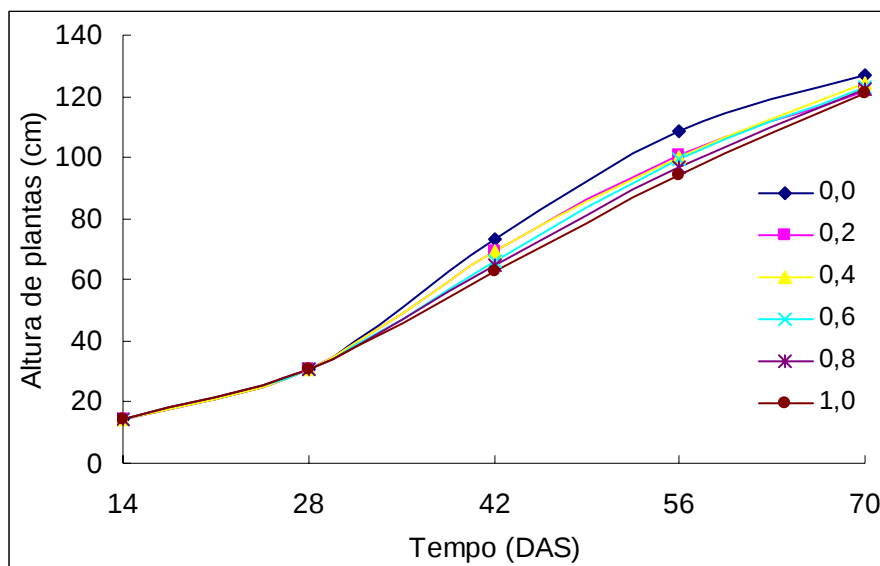


Figura 2. Altura de plantas de soja cultivar CD 209 no decorrer das coletas realizadas em função das diferentes doses de etil trinexapac (MODDUS) aplicadas. Cada ponto equivale à média de quatro repetições realizadas para cada tratamento em cada coleta.

Os resultados apresentados na Figura 2 confirmam que a aplicação do retardante vegetal influenciou diretamente na altura das plantas de soja. Tal fato, vêm de encontro aos resultados obtidos por Alvarez (2003), que trabalhando com Etil-trinexapac na cultura do arroz observou redução da altura das plantas em até 34 cm. Resultados semelhantes, utilizando este retardante vegetal na cultura da cevada, foram obtidos por Tatnel (1995); Almeida et al., (2000), Adams et al., (1992) e Teixeira E Rodrigues (2003) sendo que estes últimos observaram uma redução da altura das plantas de cevada na ordem 7,7%. Resultados idênticos na redução da altura de plantas em trigo utilizando Etil Trinexapac foram observados por Zagonel et. al. (2002).

Cathey E Meredith Junior (1988), observaram que a aplicação de outro regulador vegetal que também inibe a síntese endógena de giberelina, denominado Cloreto de Mepiquat em algodoeiro semeado tardiamente, proporcionou o aumento de produção e redução da altura da planta, semelhante ao estudo de Moro & Castro

(1984) que afirmam que a altura da planta de milho pode também ser reduzida com a aplicação de Ethephon. O mesmo efeito é citado por Ngatia et al., (2003), que em seus estudos observaram que a aplicação de ethephon em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura reduziu a altura de plantas. Sankhla (1985) também relata o mesmo, trabalhando com o regulador vegetal Paclobutrazol na cultura da soja. Ainda no que se refere à cultura da soja, Campos (2005), trabalhando com aplicações dos reguladores vegetais Cloreto de Mepiquat, Cloreto de Mepiquat + BAP (benzilaminopurina) + IBA (Ácido Indolilbutírico) e Ethephon constatou menor altura das plantas tratadas em relação à testemunha.

Outro fato, que se pode salientar observando a Figura 2, é no que tange a diferenciação da altura das plantas de soja em função da aplicação das diferentes doses de Etil Trinexapac durante as diferentes coletas, sendo que a maior diferenciação entre os tratamentos se deu aos 56 DAE, provavelmente pelo fato do regulador vegetal apresentar maior residual na planta nesta data atuando diretamente na redução do nível de giberelina ativa, isto promoveu uma inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento, sendo que provavelmente aos 70 DAE ocorreu o retorno ao ritmo normal de crescimento das plantas, haja vista que o efeito do retardante vegetal é temporário.

Analisando-se a Figura 3, pode-se afirmar que para todas as coletas realizadas após a aplicação do Etil trinexapac (42, 56 e 70 DAE) houve alteração na altura de plantas. Ocorreu um efeito linear decrescente para a altura das plantas em resposta a aplicação do retardante vegetal independente da densidade de plantas utilizada nas três épocas de avaliação. Na testemunha, sempre foram verificadas as maiores alturas de plantas, corroborando os resultados obtidos por Tatnell (1995), que trabalhando com aplicação de Etil Trinexapac em cevada concluiu que a redução da altura das plantas teve relação direta com o aumento da dosagem utilizada. Tal fato comprova a eficiência do regulador vegetal na redução temporária de síntese de giberelina acarretando na redução do crescimento das plantas que tiveram menor influência dos efeitos deste hormônio, pois de acordo com Sidahmed (1978) o ácido giberélico ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células as quais se alongando irão determinar o comprimento do caule e conseqüentemente a altura da planta. Pode-se dizer que a inibição da síntese de giberelina proporcionada pelo regulador vegetal acarretou na redução da taxa de

crescimento, já que segundo Leite (1998) a aplicação de 100 mg L⁻¹ de GA₃, associada ou não à aplicação de citocininas, resultou em plantas maiores.

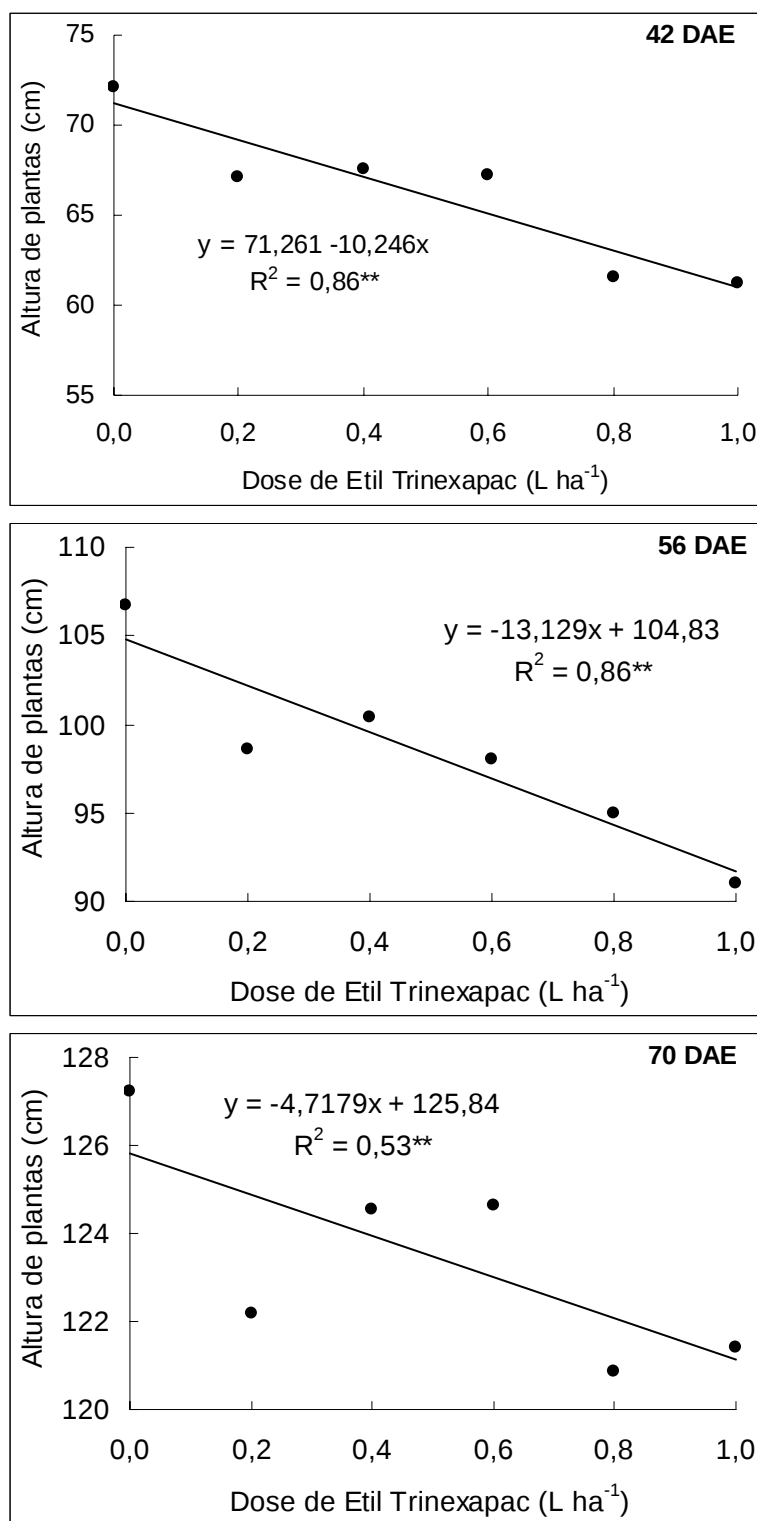


Figura 3. Altura de plantas de soja cultivar CD 209 diretamente em função das diferentes doses de etil trinexapac (MODDUS) aplicadas para as coletas realizadas aos 42, 56 e 70 dias após a emergência respectivamente.

No que tange à influência da densidade de plantas sobre a altura das plantas, analisando a Tabela 3 verifica-se que houve diferença significativa para este fator, sendo que os tratamentos com densidade de 14 plantas por metro linear apresentaram menor altura, ao passo que na densidade de 18 plantas houve aumento significativo na altura das plantas. O aumento da densidade de plantas acarreta no aumento da altura e redução do diâmetro de caule das plantas, o mesmo resultado foi encontrado por Knebel (2005) que trabalhando com diferentes densidade de população de plantas na cultura da soja, observou que a altura de plantas aumentou significativamente em função do aumento da população de plantas, o mesmo é relatado por Urben Filho & Souza (1993), Peluzio et al. (2000). Este aumento de altura e conseqüente redução de diâmetro de caule, está ligado provavelmente à competição por luz entre as plantas em uma alta população, bem como ao fato da alteração da qualidade da radiação incidente, tendo um aumento na proporção de radiação difusa em relação a radiação total. Nepomuceno e Da Silva (1992) trabalhando com diferentes populações de plantas, na cultura do amendoim observaram que tanto o aumento da altura quanto a redução do diâmetro de caule das plantas estudadas estavam relacionadas às maiores populações utilizadas, fato este, por eles atribuído à maior competição intraespecífica da plantas principalmente por luz incidente.

Tabela 3. Médias gerais durante o ciclo de altura e diâmetro do caule de plantas de soja, cultivar CD 209, em função da densidade de plantas. Cascavel – PR, 2005.

Densidade (plantas m ⁻¹)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro do Caule (cm)
14	66,0 b	0,61 a
18	68,2 a	0,58 b
CV (%)	4,7	10,1

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Houve diferença significativa na variação do diâmetro de caule pela influência da densidade de semeadura (Tabela 3), sendo que tratamentos com 14 plantas por metro linear apresentaram maior diâmetro de caule. Em contrapartida, a densidade de 18 plantas por metro apresentou menor diâmetro, o que confirma o relato de Urben Filho & Souza (1993), Peluzio et al. (2000) que afirmam que em uma alta

densidade de semeadura verifica-se redução no diâmetro do caule, aumentando o risco de acamamento. O mesmo também é descrito por Martins et al. (1999), que trabalhando com densidades de plantas, concluíram que quanto maior a densidade de plantas, maior a altura final e menor o diâmetro da haste principal.

Dessa forma, percebe-se que o aumento da população de plantas interfere diretamente sobre o diâmetro de caule, concorrendo para a redução deste. Fato este, também citado por Cholaky et al. (1981) e Schmidt (1985).

Na Figura 4 observa-se que o diâmetro de caule das plantas aumentou linearmente com o decorrer do tempo, apresentando um comportamento natural da planta, uma vez, que com o avançar do ciclo da cultura ocorre maior acúmulo de reservas e maior lignificação dos tecidos do caule das plantas concorrendo para o aumento do diâmetro do mesmo.

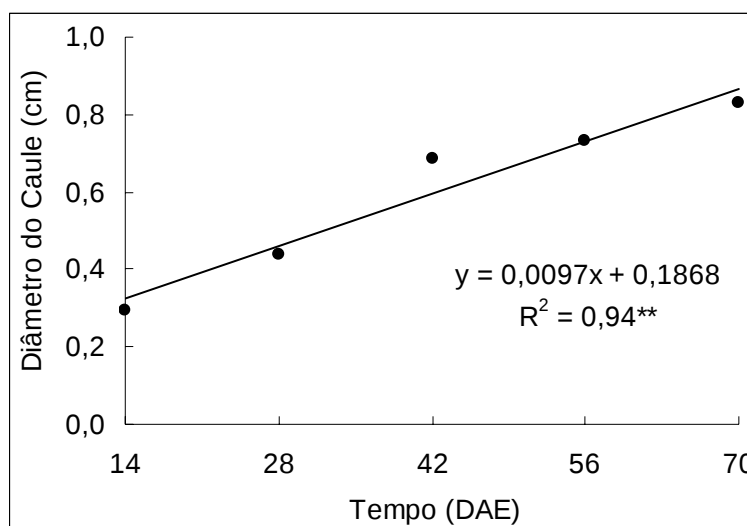


Figura 4. Diâmetro de caule de plantas de soja cultivar CD 209 no decorrer das coletas realizadas em função das diferentes doses de Etil trinexapac aplicadas.

Na Figura 5 observa-se que houve uma resposta polinomial quadrática para esta variável em resposta ao aumento da dose do Etil Trinexapac aplicada. Sendo o maior diâmetro de caule observado na dosagem de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$. Os resultados são semelhantes aos obtidos por Tatnell (1995).

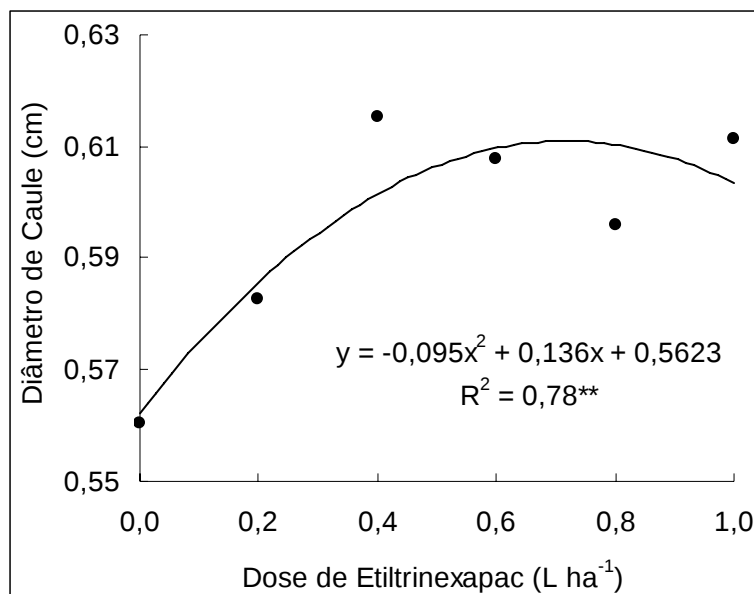


Figura 5. Diâmetro de caule de plantas de soja cultivar CD 209 diretamente em função das diferentes doses de Etil trinexapac.

Naqvi, (1994) e Taiz & Zeiger,(1998) afirmam que o etil-trinexapac inibe a síntese de giberelina a partir do GA₁₃-aldeído. Assim sendo, as plantas tem dificuldade de formação de giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento) e engrossamento de entre-nós sem causar deformação morfológica do caule. Estas Afirmações justificam os resultados aqui apresentados. Bhattacharjee & Divakar (1989) estudando o efeito da aplicação de Ethephon nas dosagens de 100, 500 e 1000 mg L⁻¹ em *Jasminum* spp., também observaram aumento do diâmetro do caule nas plantas tratadas.

Nas avaliações relativas à variáveis destrutivas, massa seca dos diferentes órgãos das plantas e área foliar, não foi observada interação significativa entre os fatores em estudo, época de avaliação, densidade de plantas e doses do retardante vegetal utilizado. Desta forma, estudou-se as médias gerais dos fatores para estas variáveis.

Para massa seca de planta nos seus diferentes órgãos, bem como para área foliar houve diferença significativa entre as coletas avaliadas, sendo que ocorreu redução da massa de folhas (MSF) na coleta 100 DAE em relação a 70 DAE, ao passo que para todos os outros órgãos da planta houve aumento da massa seca, como é o caso de massa seca de caule e pecíolo (MSCP), massa seca de estruturas

reprodutivas (MSER) e massa seca total (MST), (Tabela 4). Esta resposta se deve provavelmente a relação de fonte e dreno, pois com o avançar do ciclo da cultura, as folhas mais velhas passam a ser fisiologicamente menos ativas passando a drenos, sendo então eliminadas pela planta que necessita de energia para crescimento e produção principalmente, sendo os fotoassimilados translocados, principalmente para as vagens visando o enchimento de grãos posteriormente.

Para a área foliar também percebe-se redução significativa entre as coletas sendo consideravelmente menor na coleta referente aos 100 DAE, certamente devido à redução de folhas da planta no final do ciclo causada pelo efeito normal de senescência foliar. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), a senescência foliar é iniciada na soja pela maturação das sementes, fenômeno conhecido como *senescência monocárpica*.

Tabela 4. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de caules + pecíolos (MSCP), massa seca de estruturas reprodutivas (MSER), massa seca total (MST) e área foliar (AF) de plantas de soja, cultivar CD 209, em função do estágio fenológico de coleta, densidade de plantas e doses de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar, aos 35 dias após a emergência (DAE). Cascavel – PR, 2005/2006.

Coleta (DAE)	MSF (g)	MSCP (g)	MSER (g)	MST (g)	AF (dm ²)
70	8,06 a ¹	17,19 b	0,67 b	25,93 a	55,54 a
100	6,10 b	19,28 a	18,14 a	43,52 b	21,73 b
Densidade (plantas m ⁻¹)	MSF (g)	MSCP (g)	MSER (g)	MST (g)	AF (dm ²)
14	7,70 a	19,36 a	10,53 a	37,60 a	40,46 a
18	6,46 b	17,11 b	8,29 b	31,85 b	36,82 a
Dose (L ha ⁻¹)	MSF (g)	MSCP (g)	MSER (g)	MST (g)	AF (dm ²)
0,0	7,39 a	18,46 a	8,67 a	36,07 a	34,53 a
0,2	7,17 a	17,73 a	8,55 a	41,93 a	34,45 a
0,4	6,87 a	18,69 a	8,80 a	39,23 a	34,36 a
0,6	6,58 a	17,76 a	10,67 a	36,07 a	35,00 a
0,8	6,78 a	17,61 a	9,52 a	35,08 a	33,91 a
1,0	7,69 a	19,17 a	10,24 a	43,16 a	37,11 a
CV (%)	34,0	23,2	9,4	26,8	31,5

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Analizando-se a Tabela 4, percebe-se que houve influência da densidade de plantas no acúmulo de massa seca nos diferentes órgãos da planta. Nota-se que na densidade de 14 plantas por metro linear, o acúmulo de massa seca em todos os diferentes órgãos da planta é significativamente maior em relação aos tratamentos com a densidade de 18 plantas, onde percebe-se invariavelmente menor acúmulo de biomassa nos órgãos da planta. Este fato se deve provavelmente à maior competição entre plantas por água, luz e nutrientes, que ocorre em altas populações de plantas, concordando com Peluzio et al. (2000). No entanto, não se percebe diferença significativa para área foliar dentre as diferentes densidades de plantas, mesmo havendo diferença na massa seca de folhas.

Quanto às diferentes doses do regulador vegetal utilizadas, não houve diferença significativa para massa seca nos diferentes órgãos da planta. Este resultado é semelhante ao obtido por Zagonel et. al. (2002), que trabalhando com aplicação de Etil Trinexapac na cultura de trigo, não observou diferença significativa de massa seca média dentre os tratamentos. O mesmo foi observado por Campos (2005) que trabalhando com diferentes reguladores vegetais na cultura da soja, não encontrou diferença significativa entre os tratamentos para massa seca de folhas. No entanto para massa seca de caule houve diferença entre os tratamentos, sendo que o tratamento com Ethephon, que apresentou maior massa. Alvarez (2003) aplicando Etil Trinexapac na cultura do arroz observou que o regulador não interferiu na massa seca de folhas, mesmo reduzindo a altura das plantas.

A massa seca de estruturas reprodutivas não foi afetada, provavelmente pelo fato do regulador vegetal não apresentar mais residual na planta no momento de formação das vagens (Tabela 4).

Para massa seca total, também não se percebe diferença significativa entre os tratamentos, contrariando os resultados obtidos por Campos (2005) que observou aumento de massa seca total em soja pela aplicação de Cloreto de Mepiquat em relação à testemunha. Este mesmo efeito também é relatado por Lima (2000) que aplicando 250 mg l^{-1} de Cloreto de Mepiquat em plantas de feijão caupi aos 80 e 88 dias após a emergência, observou tendência de aumento de matéria seca total das plantas.

No que tange à área foliar, a dosagem de $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ apresentou tendência ao aumento deste fator, no entanto não houve diferença significativa entre os tratamentos para este fator, sendo este fato também observado por Campos (2005)

que afirma que área foliar foi pouco influenciada pelos tratamentos com diferentes reguladores vegetais quando comparados à testemunha, ao contrário de Ngatia et al. (2003) que aplicando o regulador vegetal Ethephon aos 28 dias após a emergência notaram redução da área foliar das plantas tratadas.

4.2 COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

Não houve interação significativa entre os fatores estudados (dose do retardante vegetal e densidade de plantas de soja), bem como, não se verificou efeito do retardante e da densidade de plantas nos componentes da produção e produtividade da soja.

De acordo com a Tabela 5, a densidade de plantas por metro linear não influenciou nos componentes de produção e produtividade das plantas de soja, contrariando a afirmação de Gopalswamy et al. (1979) que cita a densidade de semeadura e conseqüentemente a população final de plantas como um dos fatores que se destacam em afetar a produtividade, pois influi diretamente nos componentes de produção. Para número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de 100 grãos não houve diferença significativa nas densidades estudadas, resultados estes contrários à afirmação de Laurence (1974) e Nakagawa et al. (1983). Estes autores citam que a redução do número de vagens por planta estar diretamente relacionada ao aumento da densidade de plantas. Gopalswamy et al. (1979) relatam que a variação da densidade de plantas pode ocasionar efeitos no peso de 100 sementes. No entanto para massa de 100 grãos, Nakagawa et al. (1994) encontrou resultado semelhante ao presente estudo, não observando diferença na massa de 100 grãos na cultura do amendoim em resposta a diferentes densidades de semeadura.

Tabela 5. Número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (P) de plantas de soja, cultivar CD 209, em função da densidade de plantas e doses de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar, aos 35 dias após a emergência (DAE). Cascavel – PR, 2005.

Densidade(plantas m ⁻¹)	VP	GV	M100 (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
14	347,0 a	2,0 a	12,3 a	1.998,0 a
18	351,6 a	2,0 a	12,4 a	2.108,9 a
Dose (L ha ⁻¹)	VP	GV	M100 (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
0,0	339,5 a	2,0 a	12,5 a	2.007,0 a
0,2	368,3 a	1,9 a	12,4 a	2.058,0 a
0,4	391,3 a	2,0 a	12,3 a	2.061,8 a
0,6	349,3 a	1,9 a	12,2 a	2.131,5 a
0,8	341,1 a	2,1 a	12,4 a	2.008,2 a
1,0	306,5 a	2,0 a	12,3 a	2.054,3 a
CV (%)	16,3	7,9	4,2	15,2

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

As doses do regulador vegetal também não interferiram nos componentes de produção e produtividade das plantas de soja tratadas (Tabela 5). Isto talvez se deva ao baixo residual do produto não estando este presente no estágio reprodutivo das plantas, pois foi realizada apenas uma aplicação do regulador vegetal no estágio fenológico vegetativo da cultura. Outro fato que pode ter concorrido para não se ter observado diferença nos componentes de produção e produtividade foi o baixo índice pluviométrico observado durante o ciclo da cultura (Figura 2).

O número de vagens por planta e de grãos por planta não sofreram influência do Etil Trinexapac; resultado idêntico ao encontrado por Castro (2005) que trabalhando com a cultura da soja relata que o número de vagens por planta não foi influenciado pelos reguladores vegetais aplicados, bem como o número de grãos por vagens que não apresentou diferença significativa em função dos tratamentos.

A não influência do regulador vegetal sobre a produtividade observada no presente trabalho, corrobora com os resultados obtidos por Amabile et al. (2004) que utilizando Etil Trinexapac na cultura da cevada, também não encontraram efeito significativo sobre o rendimento de grãos. Estes também não observaram diferenças entre os tratamentos para massa de mil grãos.

Alvarez (2003) utilizando Etil Trinexapac na cultura do arroz não constatou diferença significativa entre os tratamentos quanto à massa de 1000 grãos. Teixeira e Rodrigues (2003) trabalhando com duas variedades de cevada, diferentes doses de N e doses de Etil Trinexapac, observaram aumento na massa de 100 grãos para a variedade EMBRAPA 127, no entanto não houve diferença para massa de grãos com ou sem o uso do retardante vegetal na variedade MN 698. Zanon (2002) também não observou diferença nos tratamentos realizados com Cloreto de Mepiquat no algodoeiro para a variável massa de 100 grãos, resultado este semelhante a encontrado por Laca Buendia (1989) e Athayde & Lamas (1999).

4.3 ACAMAMENTO DE PLANTAS

Quanto ao acamamento, não houve diferença significativa nem para densidade de plantas nem para doses do regulador vegetal, tampouco para a interação entre os dois fatores (Tabela 6).

Quanto às doses de Etil Trinexapac utilizadas, não houve diferença significativa para o acamamento mesmo tendo havido uma diferença na altura e no diâmetro de caule das plantas diretamente proporcional ao aumento da dose do retardante. Resultado este semelhante ao observado por Teixeira & Rodrigues (2003), que testando o efeito de Etil Trinexapac aplicado via pulverização foliar nas variedades de cevada Embrapa 127 e MN 698, detectaram diferença significativa na redução do índice de acamamento pela ação do retardante vegetal apenas na variedade Embrapa 127.

Este resultado é contrário a outros trabalhos realizados com o Etil Trinexapac. Amabile et al., (2004) citam em seu estudo, que a aplicação do regulador praticamente eliminou o acamamento nas variedades de cevada utilizadas.

O fato de não se ter observado a influência do regulador vegetal utilizado sobre o índice de acamamento (Tabela 6), pode ter ocorrido provavelmente por ter sido realizada apenas uma aplicação do produto no estágio vegetativo da cultura. Fica o indicativo da necessidade uma segunda aplicação do retardante para que haja um residual mais prolongado do produto na planta aumentando a inibição da síntese de giberelina ativa resultando em redução mais efetiva da altura das plantas e

conseqüentemente influenciando de forma mais pronunciada na redução do acamamento.

Tabela 6. Notas para acamamento de plantas de soja, cv. 209, aos, 130 dias após a emergência (DAE) em resposta a duas densidades de semeadura e doses crescentes de Etil Trinexapac, aplicado via pulverização foliar aos 35 DAE. Marechal Cândido Rondon – PR, 2005.

Dose de Etil Trinexapac	Notas para acamamento	
	14 plantas m ⁻¹	18 plantas m ⁻¹
0,0 L há ⁻¹	3,8	4,3
0,2 L há ⁻¹	2,5	3,5
0,4 L há ⁻¹	2,3	3,5
0,6 L há ⁻¹	3,5	3,0
0,8 L há ⁻¹	2,8	3,0
1,0 L há ⁻¹	2,8	3,3
Média	2,9 a	3,4 a
CV (%)	28,7	

Não houve diferença estatística entre os tratamentos ($F < 0,05$).

Os resultados apontam para a necessidade de se testar pelo menos duas aplicações de Etil Trinexapac durante o ciclo da cultura da soja para que haja um residual mais prolongado do regulador na planta. Desta forma vai haver uma inibição mais prolongada da síntese de giberelina ativa, tornando mais pronunciado, o efeito do retardante vegetal sobre as variáveis avaliadas.

5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos através da realização do presente estudo, conclui-se:

- A altura e o diâmetro de caule das plantas de soja foram diretamente influenciados tanto pela densidade de semeadura, quanto pela doses de Etil Trinexapac;
- Na maior densidade de plantas estudada (18 plantas por metro) houve redução da massa seca em todos os órgãos da planta, no entanto, para área foliar não houve influência da densidade de plantas. As diferentes doses do etil trinexapac não influenciaram na massa seca nem a área foliar;
- Os componentes da produção, a produtividade e o acamamento das plantas de soja não foram influenciados pela densidade de semeadura, nem pelas doses de etil trinexapac utilizadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.; KERBER, E.; PFISTER, K.; WEILER, E. W. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163'935 (Cimectacarb). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT GROWTH SUBSTANCES, 14., 1991, Amsterdam. Progress in plant growth regulation: proceeding... Dordrecht: Kluwer, 1992. p. 817-827. Editado por C. M. Karssen, L. C. van Loon e D. Vreugdenhill.

AGRIANUAL - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. 2000. 546 p.

AGROMIL. A importância da soja. http://www.agromil.com.br/import_soja.html 2006.

ALMEIDA, J. L.; RUPPEL, E. C.; KUNZ, R. Efeito da aplicação do regulador de crescimento trinexapac-etil na cultura da cevada. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 20., 2000. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000, 2001. v.1, p. 199-205.

ALVAREZ, R. de C. F. Absorção e distribuição e redistribuição de nitrogênio (¹⁵N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais, Botucatu, 2003. 86 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; VALENTE, C. M. W.; SERRA, D.D.; Efeito do regulador de crescimento trinexapac-etil em cevada cervejeira irrigada em áreas de cerrado no distrito federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 14 p.) 2004.

ARF, O; RODRIGUES, R.A.F.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M.; CRUSCIOL, C.A.C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.6, p.871-879, 2001.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1995. 332p.

ATHAYDE, M. L. F.; LAMAS, M. F. Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 34, n. 3, p. 369-375, mar., 1994.

AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 1983.177p.

BARRET, J.E. Mechanisms of action, In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio, **OhioFlorists Association**, p.12-18. 1992.

BHATTACHARJEE, S.; DIVAKAR, N. G. Growth, flowering and essential oil content of different species of *jasminum* as affected by ethrel. *Indian J. Hortic.*, v. 41, p. 131-6, 1989.

BENINCASA, M.M.P. Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas). Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42p.

BIRNBERG, P.R.; BRENNER, M.L. Effect of gibberellic acid on pod set in soybean. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.5, p.195-206, 1987.

CÂMARA, G. M. S. Soja: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. In: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Série Extensão Agroindustrial, v.7, 1982.

CÂMARA, G. M. S. Soja: Tecnologia de produção. Piracicaba: Publique, 1998, 293 p.

CAMPOS, M. F. Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de planta de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Botucatu, 2005. 126 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.

CASTRO, P.R.C. Análise de crescimento e produção de soja (*Glicine max* cv. Davis) sob efeito de fitorreguladores. Ciênc. Cult., São Paulo, v.33, p. 1346-9, 1981.

CASTRO, P.R.C. Reguladores vegetais: Modos de ação e aplicações na agricultura tropical. Informações agronômicas, n. 78, p. 5 – 7, 1997.

CASTRO, P.R.C; KLUGE, R.A. Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E. ROSELEM, C. A. *Adubação foliar*. Campinas: Fundação Cargil, 1989. v. 1, p. 191-235.

CASTRO, P.R.C. & VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 588 p.

CATHEY, G. W.; MEREDITH JUNIOR, W. R. Cotton response to planting date and mepiquat chloride. *Agronomy Journal*, Madison, v. 80, p. 463-466, mai-jun. 1988.

CHOLAKY, L.; GIAYETTO, O.; SGARLATTA, J. Influencia de la poblacion de plantas sobre el desarrollo y rendimiento del girasol. **Revista da Universidad Nacional de Rio Cuarto**, Argentina, v.1, n.1, p3-14, 1981.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**, Brasília, n. 4, 2006. 63 p.

COOL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S. TAMÉS, R. S. Crecimiento y desarrollo: características general del crecimiento, Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Etileno y poliaminas, Ácido abscísico y otros inhibidores. In COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S. TAMÉS, R. S. *Fisiología Vegetal* Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. p. 295 – 376.

DAVIES, P. J. The plant hormones; their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES P. J. *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. 2. ed. London: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 1-13.

EMBRAPA - CNPSo. 2005. **Tecnologias de Produção de Soja** – Paraná – 2006. Londrina, PR. 208p. (Embrapa Soja, Sistemas de Produção 8).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Plataforma: Plantio Direto (www.embrapa.br/plantiodireto). Capturado em 18/11/2003).

EVANS, L.T.; WARDLAW, I.F.; FISHER, R.A. Wheat. In: EVANS, L.T. (Ed). **Crop physiology**. Londres: Cambridge Univ. Press. Pp. 101-149, 1980.

FAHN. A. **Plant Anatomy**. 2 ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. 611 p.

FIGUEIREDO, R. O. de. Influência de reguladores vegetais na produção de biomassa, teor de óleos essenciais e de citral em *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf, em diferentes épocas do ano. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências – UNESP, Botucatu.

GARCIA-MARTINEZ, J.L., SPONSEL, V.M. & GASKIN, P. 1987. Gibberellins in developing fruits of *Pisum sativum* cv. Alaska: studies on their role in pod growth and seed development. **Planta** 170:130-137.

GODOY, S.M.P.; FILHO, V.C.; JOSÉ A. **Principais culturas**. 2 ed. Campinas, 1973.

GOPALASWAMY, N.; ELANGO VAN, R.; RAJAH, C. Agronomic and economic optimum plant densities for rainfed groundnut. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.49, n.1, p.17-21, 1979.

GRAEBE, J.E. 1987. Gibberellin biosynthesis and control. **Annual Review of Plant Physiology** 38:419-465.

HABA, P. De-La; ROLDAN, J.M.; JIMENEZ, F. Antagonistic effect of gibberellic acid and boron on protein and carbohydrate metabolism of soybean germinating seeds. **Journal of Plant Nutrition**, v.8, p.1061-1073, 1985

HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E. & FLOCKER, W.J. **Plant science**: growth, development and utilization of cultivated plants. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988, 674p.

HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 480p.

HICKS, D.R. Crecimiento y desarrollo. In: NORMAN, A.G. Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, cap. 2, pp. 19-46, 1983.

HOFFMAN, G. Use of plant growth regulators in arable crops: Survey and outlook. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF PLANT GROWTH SUBSTANCES, 14., 1991, Amsterdam. Progress in plant growth regulation: proceedings... Dordrecht: Kluwer, 1992. p. 798-808. Editado por C. M. Karssen, L. C. van Loon e D. Vreugdenhill.

HOOLEY, R. 1994. Gibberellins: perception, transduction and responses. **Plant Molecular Biology** 26:1529-1555.

KASELE, I.N.; NYIRENDA, F.; SHANAHAN, J F.; NIELSEN, D. C.; DÁNDRIA, R. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. *Agronomy journal*. v. 86, n 2, pp. 283-288, 1994.

KATAYAMA, K.; AKITA, S. Effect of exogenously applied gibberellic acid (GA₃) on initial growth of rice cultivars. *Jpn. J. Crop. Sci.*, v. 58, p. 217-24, 1989.

KAUFMANN, J.E. Practical considerations in using growth regulators on turfgrass. In: **Plant growth substances** 1988: Eds. PHARIS, R.P. & ROOD, S.B. Germany, Springer-Verlag Heidelberg. P. 585-594. 1990.

KHAFAGI, O.A.; KHALAF, S.M.; EI-LAWENDY, W.I. Effect of GA₃ and CCC on germination and growth of soybean, common bean, cowpea and pigeon pea plants grown under different levels of salinity. **Annals of Agricultural Science**, v.24, p.1965-1982, 1986.

KING, R.W.; SETO, H.; SACHS, R.M. Response to gibberellin structural variants shows that ability to inhibit flowering correlates with effectiveness for promoting stem elongation of some plant species. **Plant Growth Regulation**, v.19, p.8-14, 2000.

KNEBEL, J. L. Influência do espaçamento e densidade de plantas sobre a severidade de doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. 2005 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Centro de Ciências Agrárias, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon.

KUMAR, K.G.A.; NEELAKANDAN, N. Effect of growth regulators on seedling vigour in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) **Legume Research**, v.15, p.181-182, 1992.

LACA-BUENDIA, J. P. Efeito de doses de regulador de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. V.1, n.1, p. 109-113, 1989.

LAURENCE, R.C.N. Population and spacing studies with Malawian groundnut cultivars. **Experimental Agriculture**, London, v.10, p.177-184, 1974.

LEITE, V. M. Crescimento e desenvolvimento da soja em função da aplicação de giberelina e citocinina. Botucatu, 1998. 78 f. Dissertação (Mestrado em agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu.

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

MARTINS, M. C.; CAMARA, G.M.S; PEIXOTO, C.P.; MARCHIONI, L.F.S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.851-858. 1999.

MARTINS, Maria Bernadete Gonçalves e CASTRO, Paulo Roberto de Camargo e. **Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante**. *Sci. agric.*, Jul. 1999, vol.56, no.3, p.693-703.

MASKE, V.G.; DOTALE, R.D.; SORTE, P.N.; TALE, B.D.; CHORE, C.N. Germination, root and shoot studies in soybean as influenced by GA3 and NAA. **Journal of Soils and Crops**, v.7, p.147-149, 1997.

METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986. cap.5, v.2, p.129-161.

MODESTO, J.C. Efeitos de diferentes reguladores de crescimento sobre o desenvolvimento de porta-enxerto de citros. Botucatu, 1994. 127p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Efeitos da aplicação de ácido giberélico (GA₃) em "seedlings" de limão "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 46., Vitória, 1994. **Anais**. Vitória, 1994. p.16.

MORO, J.R.; CASTRO, P.R.C. Ação de reguladores vegetais na morfologia e produtividade do milho (*Zea mays* L.). *Revista de agricultura*, v. 59, n 3, pp. 301-311, 1984.

NAKAGAWA, J.; NOJIMOTO, T.; ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.M. de; LASCA, D.H.C. Efeitos de densidade de semeadura na produção de vagens de amendoim. **Cientifica**, São Paulo, v.11, n.1, p79-86, 1983.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSOLEM, C. A. Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 1003-1014, 1988.

NAKAGAWA, J.; LASCA, D. C. De.; NEVES, J. P. S.; NEVES, G. S.; SANCHES, S. V.; BARBOSA, V.; SILVA, M. N.; ROSSETO, C. A.V. Efeito da densidade de semeadura na produção do amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.10. p. 1547-1555, out. 1994.

NAQVI, S. S. M. Plant growth hormones; growth promoters and inhibitors. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, p. 527-56, 1994.

NEPOMUCENO, A. L.; DA SILVA, P. R. F. Efeito do arranjo de plantas e da presença de ervas daninhas nas características de plantas associadas a colheita de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27 (7): 1057-1063, jul. 1992.

NGATIA, T. M.; SHIBAIRO, S.I.; EMONGOR, V. E.; KIMENJU, J. W. Effects of ethephon on the growth, yield and yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. agric. Sci. Technol.*, V.5, n. 1, p.22-38, 2003.

ONO, E. O. Reguladores vegetais sobre o desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.). 2002. 143 f. Tese (Livre docência em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.

PADOAN, R. Agronegócios- mercados emergentes. **Anuário Exame**, São Paulo, 2006. p. 26-31.

PELUZIO, J. M.; GOMES, R. S.; ROCHA, R. N. C.; DARY, E. P.; FIDELIS, R. R. Densidade e espaçamento de plantas de soja variedade Conquista em Gurupi, TO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.16, p. 3-13, 2000.

PINTHUS, M.J. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. **Advances in Agronomy**, New York, v.25, n.1, p.208-263, 1973.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annu Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, Germany, v. 51, p. 501-531, 2000.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

REDDY, V. R.; REDDY, K. R.; HODGES, H. F. Temperature and mepiquat chloride effects on cotton canopy architecture. *Agronomy Journal*, Madison, v. 82, n. 2, p. 190-195, 1990.

ROSOLEM, C. A.; SILVÉRIO, J. C. O.; NAKAGAWA, J. Densidade de plantas na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 977-984, 1983. SAGARAL, E.G.; PARRISH, D.J. Effects of ethephon and triggrr on the growth and yield of corn. Annual meeting of the plant growth regulator society of America, v. 17, 123p., 1990.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Hormones and growth regulators: cytokinins, ethylene, abscisic acid and other compounds. In: *Plant physiology*. 4. Ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992, p. 382 – 407.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C. W. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Virgilio González Velázquez. México grupo editorial, Iberoamérica, 1994, 759p.

SANKHLA, N.; DAVIS, T. D.; UPADHYAYA, A.; SANKHLA, D.; WALSER, R. H.; SMITH, B. N. Growth and metabolism of soybean as affected by paclobutrazol. *Plant Cell Physiol.*, v. 26, n. 5, p. 913-921, 1985.

SCHMIDT, E. Efeito de densidade e do arranjo de plantas no rendimento de aquênios e óleo, e em outras características agrônômicas do girassol. Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1985. 97 p. Dissertação de Mestrado Agronomia-Fitotecnia.

SEAB. Secretaria do Estado de Agricultura e do Abastecimento – Departamento de Economia Rural. Curitiba. Disponível: www.pr.gov.br/seab/credencial.shtml-19k >.acessado em 18 de Julho de 2006.

SIHAMED, O. A. Effects of different levels of giberellic acid GA30 on growth of sour orange (*Citrus aurantium*). *Acta horticulturae*, Belin-Dahlen, v. 84, p. 165-69, 1978. STANT, M.Y. The effect of gibberellic acid on fibre-cell length. **Annals of Botany**, v.25, p.453-462, 1961.

STEPHEN, M., SWAIN, J.B.R. & KAMIYA, Y. 1997. Gibberellins are required embryo growth and seed development in peach. **The Plant Journal** 12:1329-1338.

STUTTE, C.A.; DAVIS, M.D. Growth regulators in soybean production. In: NICKELL, L.G. *Plant growth regulating chemicals*. Flórida: CRC Press, v.2, cap. 4, pp. 99-112, 1984.

SUGE, H.; OSADA, A. Inhibitory effect of growth retardants on the induction of flowering in winter wheat. **Plant and cell physiology**, v.7, pp. 617-630, 1966.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** 3 ed., Artmed Editora S.A., Porto Alegre 2003. p 719.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: O hormônio de crescimento, Citocininas: reguladores da divisão celular e Giberelina: reguladores da altura dos vegetais. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 449-540.

TAKAHASHI, N.; YAMAGUCHI, I.; YAMANE, H. Gibberellins. In: TAKAHASHI, N. (Ed.) **Chemistry of plant hormones**. Boca Raton: CRC Press, 1988. cap.3, p.57-151.

TATNELL, J. A. The relationship between height reduction, lodging control and yield in winter barley following use of trinexapac-ethyl. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE WEEDS. 1995, Brighton. **Proceedings...** Farnham: BCPC, 1995. V.2, P. 635-640.

TEIXEIRA, M. C. C.; RODRIGUES, O. Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 20). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp20.htm

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Eds.) **Cultura da soja nos cerrados**, Piracicaba: POTAFOS, 1993. P. 267-298.

VAN HUIZEN, R., OZGA, J.A. & REINECKE, D.M. 1997. Seed and hormonal regulation of gibberellins 20-oxidase expression in pea pericarp. **Plant Physiology** 115:123-128.

VIEIRA, E.L & CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. Revista Brasileira de Sementes, vol. 23, nº 2, p.222-228, 2001.

WIERSMA, D. W.; OPLINGER, E. S.; GUY, S. O. Environment and cultivar effects on winter wheat responses to ethephon plant growth regulator. *Agronomy Journal*, Madison, v. 78, n. 5, p. 761-764, 1986.

YAMAGUCHI, S.; KAMIYA, Y. Gibberellin biosynthesis: Its regulation by endogenous and environmental signals. ***Plant and Cell Physiology***, v. 41, p. 251-257, 2000.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n.1, p.25-29, 2002.

ZANATTA, A. C. A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 26 p. 1001-1016. 1991.

ZANON, G. D. Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional com o uso de reguladores de crescimento. Piracicaba, 2002. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura. Luiz de Queiroz.