



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE IPAMERI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



**DESENVOLVIMENTO FLORAL E PRODUTIVIDADE
DE PLANTAS DE SOJA TRATADAS COM
BENZILADENINA**

HILTON DION TORRES JUNIOR

**M
E
S
T
R
A
D
O**

**Ipameri-GO
2015**

HILTON DION TORRES JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO FLORAL E PRODUTIVIDADE DE
PLANTAS DE SOJA TRATADAS COM BENZILADENINA**

Orientador: Prof. Dr. Fábio Santos Matos

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri 2015

Torres Junior, Hilton Dion.

Desenvolvimento Floral e Produtividade de Plantas de Soja Tratadas com Benziladenina / Hilton Dion Torres Junior - 2015.

25 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Santos Matos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, 2015.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Produção Vegetal. 4. Fisiologia Vegetal. I. Título.



Unidade Universitária de Ipameri
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com
Fone: (64)3491-5219



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DESENVOLVIMENTO FLORAL E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE SOJA TRATADAS COM BENZILADENINA”

AUTOR: Hilton Dion Torres Júnior

ORIENTADOR: Fábio Santos Matos

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


FÁBIO SANTOS MATOS
Prof. Dr. Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO


CLARICE MEGGUER
Profa. Dra. Instituto Federal Goiano – Câmpus Morrinhos


PATRICIA SOUZA DA SILVEIRA
Profa. Dra. Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Data da realização: 27 de fevereiro de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, pois muitas vezes ele conduziu meu caminho, me dando força e sabedoria para continuar nessa jornada.

A minha família, meus pais Hilton e Alzeni que a todo momento me incentivaram e apoiaram sempre, ao meu irmão que mesmo longe e sem muito contato, sei que sempre torceu por mim. Ao meu padrinho José Newton e a minha tia Lucia que a todos os momentos da minha vida sempre torceram por mim, me deram a primeira oportunidade de trabalhar dentro da agricultura, me apoiando e ajudando a realizar meus sonhos.

A minha namorada Larissa, que está a oito anos compartilhando comigo momentos inesquecíveis, ajudando muito na vida profissional e pessoal, sempre dando conselhos e ajudando superar as barreiras da vida.

A minha sogra Shirley, que na verdade é minha segunda mãe, sempre me apoiou, me acolheu como um filho e nunca mediu esforços para eu alcançar meus objetivos, a meu sogro Guilherme que passou a experiência de vida na agricultura e a minha cunhada Laís, a irmã que eu não tive, sempre me passou tranquilidade nas horas de aflição.

Ao meu orientador Fábio que sempre lutou e luta pelo sucesso do grupo de fisiologia e a todo esse grupo que me acolheu com muito carinho e atenção.

Com muito amor e carinho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

À Universidade Estadual de Goiás, e ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade e aprendizado que foram fundamentais na conquista de meus objetivos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de bolsa de estudos.

Ao grupo da Fisiologia Vegetal, por me receberem tão bem, me ajudarem e participarem deste trabalho. Em especial, aos amigos Mariana, Ricardo, Kássio, Vanessa, Tárík, Priscilla e Rosane. Amizade construída durante meu curso de mestrado, e que desejo que prevaleça pela vida toda. São pessoas que contribuíram para a execução do meu projeto e cuja participação foi fundamental para a realização deste trabalho. Pela grande amizade, enorme companheirismo e imensa dedicação, meu sincero muito obrigado!

Ao meu orientador Professor Fábio, pela competência, eficiência, sabedoria, comprometimento. Agradeço pela orientação, paciência, ensinamentos e dedicação a esta dissertação e outros projetos que executamos, contribuindo para minha formação intelectual.

Aos meus pais, irmão e familiares que sempre torceram por mim nessa jornada.

Ao meu sogro e minha sogra que sempre acreditaram em mim e sempre me apoiaram.

Aos meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, pela força, apoio, compreensão que tivemos uns com outros.

Aos professores da graduação e pós-graduação pelo convívio e aprendizado.

À todos aqueles que acreditaram em mim e que direta ou indiretamente, contribuíram para esta imensa felicidade que estou sentido neste momento.

Aos meus funcionários João, João Paulo, Cafu (Deusmar) e Helena que contribuíram para que conclui-se meus projetos.

À todos vocês, meu muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Desenho experimental	5
3.2 Variáveis morfológicas	6
3.2.1 Determinação da densidade estomática	6
3.2.2 Área foliar específica (AFE)	7
3.2.3 Área foliar (AF)	6
3.3 Variáveis fisiológicas	7
3.3.1 Pigmentos fotossintéticos e nitrogênio	7
3.4 Variáveis de crescimento	7
3.5 Variáveis produtivas	8
3.6 Delineamento experimental e procedimentos estatísticos	8
4 RESULTADOS	9
5 DISCUSSÃO	13
6 CONCLUSÕES	15
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

RESUMO

A produtividade de plantas de soja pode ser incrementada através da adoção de práticas para reduzir o abortamento de flores e/ou vagens. A quantidade de flores que originam as vagens é um fator primordial para a obtenção de elevados rendimentos. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito morfofisiológico da aplicação de benziladenina no abortamento de estruturas reprodutivas de plantas de soja. O trabalho foi conduzido na Fazenda Panorama localizada no município de Ipameri, Goiás. A soja “Pioneer 98Y12 RR” semeada em novembro, durante o período da estação chuvosa. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos: 0; 100; 200; 300 e 400 mg L⁻¹ de benziladenina com aplicação na fase V6, volume de calda de 200 L ha⁻¹ e cinco repetições. A parcela experimental foi de 3 x 2 m e cerca de 90 plantas exploradas em espaçamento de 0,5 m entre linhas e 10 plantas por metro linear. A aplicação de benziladenina proporcionou aumento no peso de 100 grãos, número de grãos por planta, diâmetro dos grãos e promoveu elevação de 35% na produtividade das plantas de soja. Os resultados indicam que a aplicação de benziladenina é prática promissora no cultivo da soja.

Palavras-chave: *Glycine max* L., Regulador de crescimento, Abortamento

ABSTRACT

The productivity of soybean plants can be increased by adopting practices to reduce the abortion of flowers and / or pods. The amount of flowers that originate the pods is a key factor for obtaining high yields. The objective of this study was to evaluate the morphophysiological effect of benzyladenine in the abortion of reproductive structures of soybean plants. The work was conducted at the Panorama Farm in the municipality of Ipameri, Goiás. Soy "Pioneer 98Y12 RR" sown in November, during the period of the rainy season. The experiment was conducted in a randomized block design with five treatments: 0; 100; 200; 300 and 400 mg L⁻¹ benzyladenine with application in the V6 stage spray volume of 200 L ha⁻¹ and five replications. Experimental plots of 3 x 2 m and about 90 plants operated in a space of 0.5 m between rows and 10 plants per meter. The application of benzyladenine provided an increase in weight of 100 grains, number of grains per plant, grain diameter and promoted an increase of 35% in productivity of soybean plants. The results indicate that the application of benzyladenine is promising practice in soybean cultivation.

Key-words: *Glycine max* L.; Regulator of growth; Abortion

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por grãos, no mundo, associada ao substancial melhoramento genético das cultivares, tem como meta principal, alavancar, a cada ano, a busca por aumentos de produtividade da cultura da soja no Brasil.

A exploração da cultura da soja no Brasil iniciou-se no sul do país e posteriormente se adaptou a vários ambientes, principalmente, com importante expansão em áreas de Cerrado. A cultura ocupa lugar de destaque no cenário agrícola mundial, sendo uma das principais espécies cultivadas no Brasil, responsável pelos crescentes valores do PIB agrícola, o qual representa 25% do PIB do país (IBGE, 2014).

A soja é a oleaginosa mais cultivada e consumida no mundo, visto que seus grãos são extremamente utilizados pela agroindústria com a produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal; indústria química e fabricação de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível. Trata-se de uma espécie de grande interesse econômico por apresentar elevados teores de óleo e proteína nos grãos que podem ultrapassar 20% e 40%, respectivamente (LOPES et al., 2002).

Entre os principais produtores de soja no mundo, o Brasil é o país com maiores possibilidades de expansão da produção para prover o aumento estimado da demanda no mercado mundial. No entanto, o aumento da produção brasileira de soja está ocorrendo em função da exploração de novas áreas de cultivo e não devido ao maior rendimento em grãos da cultura, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas para adoção de práticas de manejo que assegure maiores produtividades. Embora apresente elevado potencial produtivo, determinado geneticamente, grande parte deste potencial não é verificado nas condições atuais de cultivo da soja (DYBING, 1994). Este é um dos grandes desafios para o aumento nos índices de produtividade da cultura, considerando-se a crescente demanda para a produção de alimentos frente ao aumento do consumo mundial.

Segundo a CONAB (2014), no Brasil a produção de soja na safra 2012/2013 foi de 81.499 milhões de toneladas em uma área de 27.736,10 milhões de hectares. Na safra 2013/2014 foi produzido 89.042,15 milhões de toneladas em 29.338 milhões de hectares. Percebe-se que o incremento de produtividade foi exclusivamente devido ao aumento da área plantada e não houve aumento significativo na produção por hectare. Essa situação ocorre também no panorama mundial onde segundo SEAB (2014), na safra 2012/2013 foi verificada uma produção de 267.606 milhões de toneladas em uma área de 108,69 milhões de hectares com uma produtividade média de 2.460 quilos por hectare e na safra de 2013/2014 ocorreu

um aumento na produção para 285.304 milhões de toneladas. Esse aumento foi principalmente devido a maior área plantada de 111.58 milhões de hectares pois a produtividades se assemelhou bastante a safra anterior sendo de 2.540 quilos por hectares, não chegando a um aumento de 1 %.

Estudos indicam que o rendimento de grãos de soja é determinado mais decisivamente pelo número de vagens do que por outros componentes de produção (YASHIMA et al., 2005). O número de vagens está diretamente relacionado com a quantidade de flores fixadas na planta. Contudo, grande parte destas flores não chegam a formar vagens produtivas, devido a fatores como temperaturas, estresse hídrico, balanço hormonal, sendo abortadas nas fases iniciais do desenvolvimento. A soja apresenta elevado percentual de flores e vagens abortadas, podendo variar de 27 a 78% (PETERSON et al., 2005). O abortamento e abscisão de flores e vagens podem ocorrer em diversas fases do estágio reprodutivo da soja, do início do florescimento até o enchimento de grãos (CARLSON et al., 1987). Os mecanismos de fixação destas estruturas reprodutivas não se encontram completamente esclarecidos (PASSOS et al., 2011).

Acredita-se que o balanço hormonal exerça importante influência na taxa de fixação de flores e vagens. Na literatura são poucos os relatos de trabalhos abordando aspectos fisiológicos da planta de soja relacionados à aplicação de reguladores vegetais. Dentre os reguladores tem-se observado certa tendência tecnológica ao uso de citocininas sintéticas, aplicadas via foliar como forma de manejo para reduzir o abortamento de estruturas reprodutivas na soja (PETERSON et al., 2005).

Em diversas espécies, a aplicação de citocinina, especialmente a benziladenina tem exercido determinada influência no retardamento da senescência e amarelecimento de folhas (COSTA e SILVA, 2012; MATOS et al., 2012). Em outras espécies a benziladenina exógena incrementa a atividade do meristema de inflorescência e promove a iniciação floral (PAN et al., 2011). É importante notar que essa inconstância nas respostas de diferentes espécies ao mesmo regulador de crescimento é comum. O regulador pode acelerar determinado processo em uma espécie e retardar ou não influenciar o mesmo processo em outra espécie.

Em plantas de soja, a benziladenina pode estar diretamente relacionada com a redução do abortamento de flores e vagens. Pesquisas indicam que deficiência de citocinina endógena, no terço superior do racemo em plantas de soja, encontra-se correlacionada ao maior aborto das partes reprodutivas da planta (NONOKAWA et al., 2012). A utilização de benziladenina visando aumentar a fixação das estruturas reprodutivas na cultura da soja promove consequentemente aumentos significativos de produtividade (NONOKAWA et al., 2012; PASSOS et al., 2011; YASHIMA et al., 2005).

Pouco se conhece sobre a ação fisiológica de reguladores de crescimento no desenvolvimento de vagens de plantas de soja; não existem informações conclusivas e alguns aspectos agronômicos básicos como a influência no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo a respeito do tema ainda carecem de investigação.

2 OBJETIVO

Visando reduzir o abortamento de vages, bem como aumentar a produtividade da soja, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito morfofisiológico da aplicação de benziladenina no abortamento de estruturas reprodutivas de plantas de soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Desenho experimental

O trabalho foi conduzido na Fazenda Panorama localizada no município de Ipameri, Goiás (Lat. 17° 67' 90'' S, Long. 48° 19' 59'' W, Alt. 805 m). Esta região possui clima Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura argilosa (380 g kg⁻¹ de argila), com treze anos de cultivo, considerado solo de alta fertilidade, constatado por sua análise química (Tabela 1). Após a análise do solo, realizou-se a correção do pH e adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura (PROCHNOW et al., 2010).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental na camada de 0,0 a 0,2 m antes da instalação do experimento em Ipameri- GO, 2012.

Prof.	pH	M.O.	P ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	Ca ⁽¹⁾	Mg ⁽¹⁾	H+Al	SB	T	V
(cm)	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmolc/dm ³ -----						(%)
0-20	5,3	34	10,2	1,6	22	10	26	33,6	34	56

⁽¹⁾ P Mehlich.

Fonte: Elaboração dos autores.

Foi utilizado 120 Kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) à lanço aos 15 dias antes da semeadura. A soja Pioneer 98Y12 RR foi semeada em novembro de 2013, com 350 Kg ha⁻¹ de adubo do formulado 4-30-10. As sementes foram submetidas ao tratamento com Fipronil, Piraclostrobrina e Tiofanato metílico, além da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, na proporção mínima de 12x10⁻⁵ células da bactéria por semente. Os tratamentos culturais foram a aplicação do herbicida Glifosato e 2,4D, quarenta dias após a emergência, adicionando a esta calda, micronutrientes como, boro, manganês, molibdênio e cobalto via foliar. Foram realizadas três aplicações de fungicidas, Picoxystrobrina e Ciproconazol, Trifloxistrobrina e Protioconazol, Tebuconazol e Picoxistrobrina, somadas a aplicações de cobre e zinco, seguindo a recomendação determinada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2011). Os inseticidas, Novalurom, Teflubenzurom, Clorantraniliprole, Metomil, Acefato e Tiametoxam e Lambda-Cialotrina, foram aplicados no momento em que as pragas alcançaram seu nível de controle, realizando-se cinco aplicações durante o ciclo da cultura.

Preparou-se uma solução estoque de benziladenina, pesando-se 2 g de benziladenina que foi dissolvida em 8 mL de solução 1 N de NaOH, em seguida, o volume foi completado para 50 mL com água destilada. A partir da diluição da solução obtida, foram realizados cinco tratamentos em plantas de soja: 0; 100; 200; 300 e 400 mg L⁻¹ de benziladenina com aplicações na fase V₆, correspondente ao sexto nó com a quinta folha trifoliolada aberta. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, o volume de calda foi de 200 L ha⁻¹ e cinco repetições. Buscou-se o máximo de uniformidade durante a aplicação, através da pulverização de benziladenina na área foliar de plantas de soja, para tal, utilizou-se uma válvula dosadora acoplada a um pulverizador costal. A parcela experimental foi de 3x2 m e cerca de 90 plantas exploradas em espaçamento de 0,5 m entre linhas e 10 plantas por metro.

Foram analisadas as seguintes variáveis: clorofilas e carotenoides totais, espessura foliar, densidade de estômatos na folha, nitrogênio foliar total, área foliar específica, teor de óleo no grão, altura de planta, comprimento e largura das folhas, número de ramos por planta, número de vagens no terço superior, médio e inferior da planta, número de sementes por vagem, peso de 100 grãos, produtividade, número de grãos por planta e diâmetro de grão.

3.2 Variáveis morfológicas

3.2.1 Determinação da densidade estomática

Réplicas da superfície adaxial e abaxial das folhas foram retiradas com esmalte incolor para unhas na região do terço médio de folhas previamente desidratadas. A contagem de estômatos foi feita na réplica com auxílio de microscópio óptico munido com câmara clara. A densidade estomática foi determinada através da contagem de estômatos situada em uma área de 1 mm², obtendo-se o número de estômatos.área⁻¹ (JADRNÁ et al., 2009). Foram analisadas cinco réplicas da superfície adaxial e cinco réplicas da superfície abaxial de cada repetição para a determinação da densidade estomática.

3.2.2 Área foliar (AF)

A área foliar foi determinada seguindo equação proposta por Adami et al. (2008). Para tal, utilizou-se de trena graduada em mm para obtenção do comprimento e largura das folhas.

$$AF = 0,7104 (C \times L)$$

AF= Área Foliar (cm²)

C= Comprimento da Folha (cm)

L= Largura da Folha (cm)

3.2.3 Área foliar específica (AFE)

Para obtenção da área foliar específica foram retirados seis discos foliares de 12 mm de diâmetro de folhas totalmente expandidas que posteriormente foram secos em estufa a 70°C por 72 h, para determinação da massa seca. A AFE foi obtida através da equação proposta por Radford (2013).

$$AFE = \frac{A}{MS}$$

AFE= Área foliar específica (m² kg⁻¹)

A= Área foliar (m²)

MS= Massa seca dos discos (Kg)

3.3 Variáveis fisiológicas

3.3.1 Pigmentos fotossintéticos e nitrogênio

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos foram retirados dois discos foliares de cada repetição com 6 mm de diâmetro e colocados em vidros contendo dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente foi feita extração em banho-maria à 65 °C por dez horas. Alíquotas foram retiradas para leitura espectrofotométrica a 480, 649 e 665nm. O conteúdo de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenoides totais (Car) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994). Amostras de folhas totalmente expandidas foram coletadas e determinada a concentração de N total segundo Cataldo et al. (1975).

3.4 Variáveis de crescimento

O número de ramos foi obtido através da contagem de todas as ramificações a partir do ramo principal. A altura de planta e o diâmetro do caule foram mensurados utilizando régua graduada e paquímetro digital respectivamente.

3.5 Variáveis produtivas

Para a determinação do abortamento de vagens, procedeu-se a contagem do número de vagens nas três posições do dossel (inferior, médio e superior) de plantas de soja na fase reprodutiva R_{5.1} e no ponto de maturação de colheita correspondente a fase reprodutiva R₉. A diferença de vagens obtida pela contagem nestas duas fases correspondiam ao número de vagens abortadas no terço inferior, médio e superior. Foram mensurados na fase reprodutiva R₉, o número de grãos por planta, peso de 100 grãos, teor de óleo, diâmetro dos grãos e produtividade. O peso de 100 grãos e produtividade foram ajustadas a umidade de 13%. O percentual de óleo da semente de soja foi determinado pelo método da Ressonância Magnética Nuclear (Oxford Instruments) na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

3.6 Delineamento experimental e procedimentos estatísticos

As análises de variância foram processadas seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos, cinco repetições e parcela de 3 x 2 m com 90 plantas. Os dados foram submetidos a análise de regressão utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS

A análise de variância mostra que a aplicação de benziladenina, sobre as características clorofila $a + b$, carotenóides, número de estômato na face adaxial e abaxial da folha, teor de óleo no grão e nitrogênio não resultou em efeito significativo (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA das variáveis clorofila $a + b$ (Cl $a b$), carotenóides (Car), densidade estomática (DE), teor de óleo no grão (TOG) e nitrogênio (N).

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Cl $a b$	Car	DE	TOG	N
Blocos	4	0.4800	0.0169	44.2120	2.8011	27.5672
Concentrações	4	0.2800 ^{ns}	0.0992 ^{ns}	42.4520 ^{ns}	0.1549 ^{ns}	15.6452 ^{ns}
Resíduo	16	0.4800	0.0722	41.8437	0.1210	16.3643
CV (%)		18,04	15,06	20,59	1,63	8.81

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Através da análise de regressão dos dados, observa-se um efeito linear positivo das diferentes concentrações de benziladenina utilizadas em todas as variáveis avaliadas. Para a variável peso de 100 grãos houve uma diferença de 1,5 g aproximadamente, o que corresponde ao aumento de 10% quando comparado a testemunha (13,5 g) e 15 g para a dosagem de 400 mg L⁻¹ (Figura 1 A). O número de grãos por planta acarretou um acréscimo de 31 grãos por planta relacionando a testemunha com a maior dosagem implementada (Figura 1 B). Para a área foliar específica houve um incremento de 7,8% comparando a testemunha a 400 mg L⁻¹ (Figura 1 C). Os grãos aumentaram seu diâmetro em 1,2% para a maior dosagem (Figura 1 D).

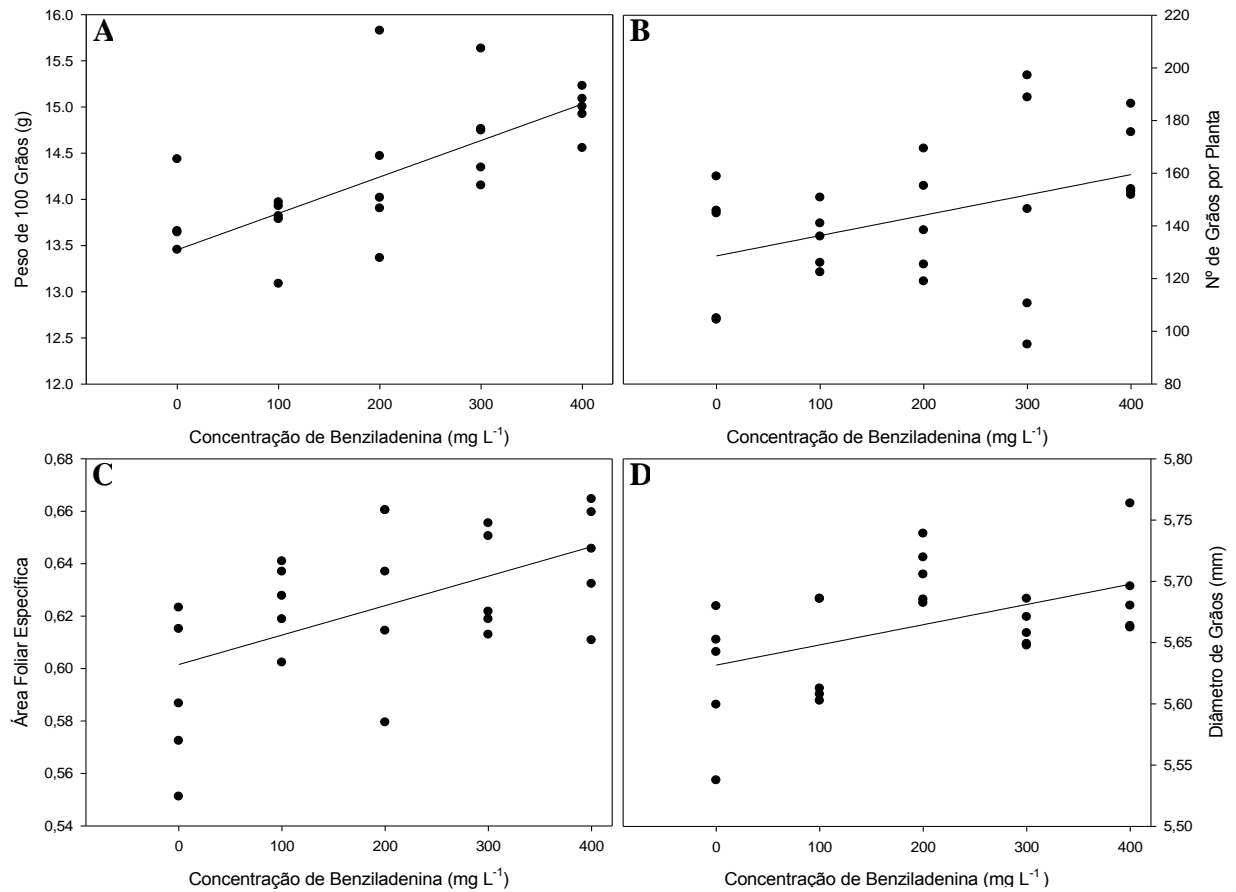


Figura 1. Equações de regressão para peso de 100 grãos ($Y = 13,455 + 0,0039X$, $R^2 = 0,99^{**}$), número de grãos por planta ($Y = 128,616 + 0,0772X$, $R^2 = 0,97^*$), diâmetro de grãos (mm), área foliar específica ($Y = 0,0087 + 3,547 E -005$, $R^2 = 0,99^*$). Significativo a 5% (*) e a 1% (**).

Os resultados demonstram que a aplicação de benziladenina via foliar, na fase de V₆ da soja Pionner 98Y12, proporcionaram aumento significativo na produtividade da espécie para todas as concentrações utilizadas, em especial, a de 400 mg L⁻¹ com ganho máximo de produtividade em torno de 35% nas condições analisadas (Figura 2 D). O aumento da produtividade foi determinado mais decisivamente pelo maior número de vagens totais fixadas nas plantas em razão da redução do abortamento nas três posições do dossel (inferior, médio e superior) de plantas de soja (Figura 2 A, B e C).

Os terços inferior e médio do dossel da soja contribuíram para a produção de grãos, devido a maior presença de estruturas reprodutivas (vagens) (Figura 2 A e B). Porém, a redução do abortamento em termos proporcionais foi maior nos terços superior das plantas representando cerca de 32% a menos de vagens abortadas em relação a testemunha (Figura 2 C). Nos terços médio e inferior do dossel a redução do abortamento de vagens, proporcionou um aumento em torno de 26% e 30% respectivamente.

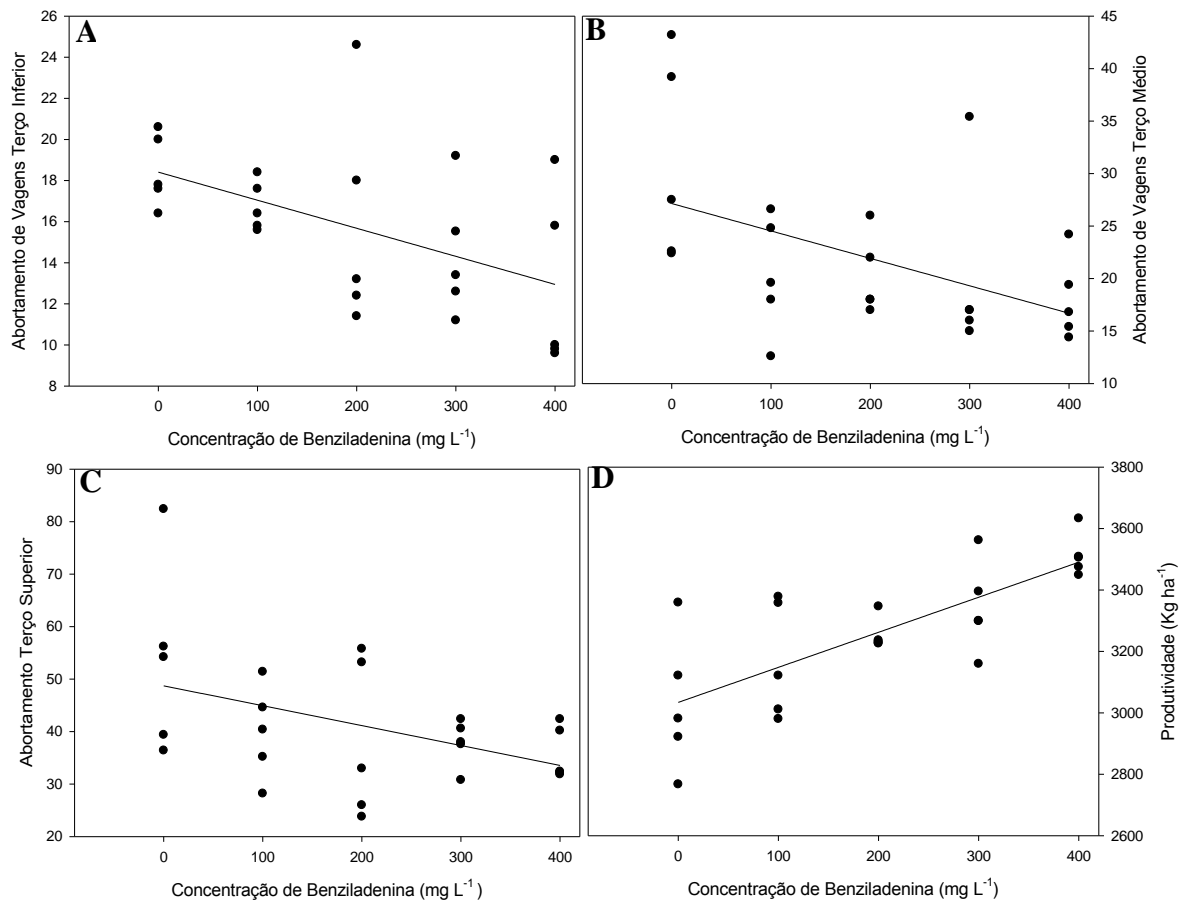


Figura 2. Equações de regressão para abortamento de vagens terço inferior ($Y = 18,408 - 0,0137X$, $R^2 = 0,96^{**}$), abortamento de vagens terço médio ($Y = 27,148 - 0,0261X$, $R^2 = 0,92^*$), abortamento de vagens terço superior ($Y = 48,726 - 0,0379X$, $R^2 = 0,93^*$), produtividade ($Y = 3033,978 + 1,141X$, $R^2 = 0,99^{**}$). Significativo a 5% (*) e a 1% (**).

Possivelmente devido as aplicações de benziladenina houve um menor crescimento das plantas, principalmente na maior concentração, com cerca de 5% (3cm) nas plantas em que receberam a aplicação de 400 mg L⁻¹ (Figura 3 A). Em relação a área foliar e ao número de ramos percebeu-se uma elevação de 8% e 15% respectivamente (Figura 3 B e C).

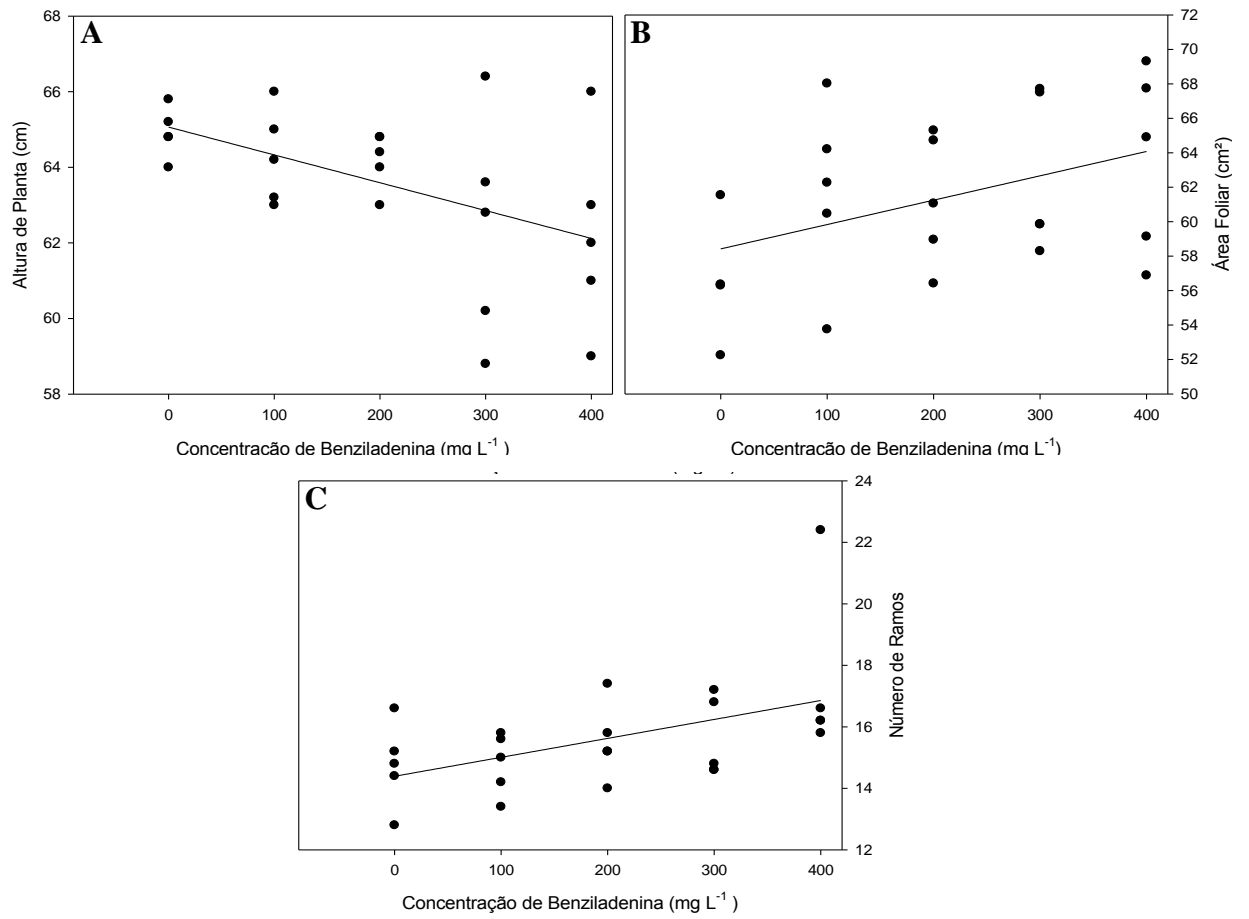


Figura 3. Equações de regressão para altura de planta ($Y=65,064 - 0,0074X$, $R^2 = 0,99^{**}$), área foliar ($Y= 58,4209 + 0,0141X$, $R^2= 0,99^{**}$), número de ramos ($Y=14,3920 + 0,0062X$, $R^2= 0,99^*$). Significativo a 5% (*) e a 1% (**).

5 DISCUSSÃO

A aplicação de benziladenina via foliar proporcionou menor abortamento de vagens nas três posições do dossel da planta, terço superior, médio e inferior, resultando em ganhos significativos de produtividade na planta de soja Pionner 98Y12. Infere-se a partir destes resultados que a aplicação de citocininas sintéticas para a cultura da soja é uma forma de diminuir a abscisão de vagens e, conseqüentemente, elevar o rendimento, que é reafirmado pela literatura (CARLSON et al., 1987; NAGEL et al., 2001; YASHIMA et al., 2005; NONOKAWA et al., 2007; PASSOS et al., 2011).

Pesquisas indicam que a existência de deficiência de citocinina endógena, no terço superior do racemo em plantas de soja, também se encontra correlacionada ao abortamento das partes reprodutivas da planta (NONOKAWA et al., 2007). Segundo Carlson et al. (1987), os níveis de citocinina endógeno no xilema da soja são altos no início da antese e decrescem com a progressão do florescimento. Possivelmente a aplicação do regulador na fase V₆ elevou a quantidade de citocinina, justificando a diminuição do abortamento de vagens e o acréscimo na produção de vagens mesmo nas menores doses observadas neste estudo.

Nesse sentido, a capacidade da benziladenina em regular a relação de forças entre a fonte e o dreno pode exercer importante papel para o aumento de produtividade da lavoura, por meio da fixação de flores, legumes e aumento do acúmulo de matéria seca dos grãos. Nagel et al. (2001) obtiveram aumentos no rendimento com a aplicação de citocinina, na ordem de 79%, em casa de vegetação, e 3% no campo, sugerindo que esta prática tem papel significativo em determinar o rendimento total e que o aumento no nível de citocinina em certos ambientes pode resultar em aumentos de rendimento.

Um importante papel das citocininas é o de promover a expansão foliar, assim qualquer variação positiva na área foliar aumenta a formação de fotoassimilados necessários para ao enchimento de grãos, proporcionando um aumento significativo na produtividade. De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), esta é uma estratégia adaptativa que pode proporcionar melhor captura de luz e permitir maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono devido à maior área foliar para captação da energia luminosa.

Entretanto a aplicação da benziladenina no estágio fenológico V₆ proporcionou uma reestruturação morfológica na planta de soja, como a diminuição do crescimento, que gerou uma condição em que houvesse a quebra da dominância apical da planta estimulando o surgimento de ramos laterais. Isto possibilitou a obtenção de uma maior área fotossintetizante e conseqüentemente um aumento na produção de fotoassimilados.

Possivelmente, o aumento na área foliar específica aliada a menor espessura foliar, pode ter proporcionado maior transmitância de radiação fotossinteticamente ativa ao longo do dossel das plantas que por sua vez, pode ter atingido as folhas do dossel inferior. A maior radiação fotossinteticamente ativa ao longo do dossel das plantas permite um aumento da fotossíntese nestas folhas e de toda a planta. Isso pode ter contribuído com a redução do abortamento de vagem no terço inferior da planta.

A aplicação de benziladenina no estágio fenológico V₆, possivelmente aumentou os níveis endógenos de citocinina, gerando um aumento na força de dreno nos órgãos tratados. Ou seja, ocasionou uma mobilização de assimilados, originando uma nova relação fonte-dreno, controlando a quantidade total de fotoassimilados que será produzida para um determinado dreno. Esse fator pode ter interferido para diminuir o abortamento de flores e vagens e o aumento da produtividade foi determinado pelo aumento do diâmetro de grãos e aumento no peso de 100 grãos, reflexo do acúmulo dos fotoassimilados destinados ao desenvolvimento dos grãos. Nesse sentido, a capacidade das citocininas em regular a relação de forças entre as fontes e drenos pode exercer importante papel para o aumento de produtividade da lavoura, por meio da fixação de legumes e aumento do acúmulo de matéria seca dos grãos (YASHIMA et al., 2005; NONOKAWA et al., 2007; BORGES et al., 2014).

Diante deste contexto a aplicação da benziladenina via foliar no estágio fenológico V₆ representa uma tecnologia promissora para produção na cultura da soja Pioneer 98Y12, por promover incrementos significativos de produtividade, sendo uma forma de diminuir a abscisão de vagens e, conseqüentemente, elevar o rendimento.

6 CONCLUSÕES

- As plantas tratadas com benziladenina apresentaram redução no abortamento de vagens no dossel da planta de soja.
- A aplicação de benziladenina eleva em 35% a produtividade das plantas de soja.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v.67, n.4, p.1053-1058, 2008.

BORGES, L.P; TORRES JUNIOR, H.D.; NEVES, T.G.; CRUVINEL, C.K.L., SANTOS, P.G.F., MATOS, F.S. Does Benzyladenine Application Increase Soybean Productivity? **African Journal of Agricultura**, v.9, n.37, p.2799-2804, 2014.

CARLSON, D. R.; DYER, D. J.; COTTERMAN, C. D.; DURLEY, R. C. The Physiological Basis for Cytokinin Induced Increases in Pod Set in IX93-100 Soybeans. **Plant Production Science**, v.84, n.2, p.233-239, 1987.

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science**, v.6, n.1, p.71-80, 1975.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Soja/20RO/Apresentacao_Conjutura_soja.pdf> Acesso em: 17 de maio 2014.

COSTA E SILVA, A. T. V.; NEVES, T. G.; ZUCCHI, M. R.; ROCHA, E. C.; MATOS, F. S. Avaliação da senescência foliar de plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas a doses de benzilaminopurina. **Revista Agrotecnologia**, v.3, n.1, p.1-19, 2012.

DYBING, C. D. Soybean flower production as related to plant growth and seed yield. **Crop Science**, v. 34, p. 489-497, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção** (Embrapa – Soja). Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa, 2011. 261p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas nacionais trimestrais.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaultcnt.shtm>; Acesso em 22 de novembro de 2014.

JADRNÁ, P.; KOBZA, F.; PLAVCOVÁ, O. Polyploidization of *Pelargonium x hortorum* L. H. Bailey in greenhouse conditions. **Horticultural Science**, v.36, n.1, p.31-37, 2009.

LOPES, A. C. A.; VELLO, N. A.; PANDINI, F.; ROCHA, M. de M.; TSUTSUMI, C. Y., Variabilidade e Correlações entre Caracteres em Cruzamentos de Soja; **Scientia agrícola**, v.59, n.2, p.341-348, 2002.

MATOS, F. S.; OLIVERIA, L. R.; FREITAS, R. G.; EVARISTO, A. B.; MISSIO, R.F.; CANO, M. A. O.; DIAS, L. A. S. Physiological characterization of leaf senescence of *Jatropha curcas* L. populations. **Biomass and Bioenergy**, v.45, n.10, p.57-64, 2012.

NAGEL, L.; BREWSTER, R.; RIEDELL, W. E.; REESE, R. N. Cytokinin Regulation of Flower and Pod Set in Soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Annals of Botany Company**, v.88, n.1, p.27-31, 2001.

NONOKAWA, K.; KOKUBUN, M.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, T.; YOSHIDA. Roles of Auxin and Cytokinin in Soybean Pod Setting. **Plant Production Science**, v.10, n.2, p.199–206, 2007.

NONOKAWA, K.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, T.; KOKUBUN, M. Effect of Synthetic Cytokinin Application on Pod Setting of Individual Florets within Raceme in Soybean. **Plant Production Science**, v.15, n.2, p.79-81, 2012.

PAN, Z. B.; XU, Z, F. Benzyladenine Treatment Significantly Increases the Seed Yield of the Biofuel Plant *Jatropha curcas*. **Journal Plant Growth Regulation**, v.30, p.166-174, 2011.

PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; ALVARENGA, A. A.; BALIZA, D. P.; CARVALHO, E. R.; ALCANTRA, H. P. Yield Per Plant And Other Characteristics Of Soybean Plants Treated With Kinetin And Potassium Nitrate. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.35, n.5, p.965-972, 2011.

PETERSON, C. M.; WILLIAMS, J. C.; KUANG, A. Increased pod set of determinate cultivars of soybean *Glycine max* with 6-benzylaminopurine. In: YASHIMA, Y.; KAIHATSU, A.; NAKAJIMA, T.; KOKUBUM, M. Effects of Source / Sink Ratio and Cytokinin Application on Pod Set in Soybean. **Plant Production Science**, v.8, n.3, p.139-144, 2005.

PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes. **Instituto Internacional de Nutrição de Plantas**, v.3, p.05-35, 2010.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. In: NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Análise comparativa de crescimento entre genótipos de pimenta cultivados em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.125-131, 2013.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja__2013_14.pdf> Acesso em: 28 de setembro 2014.

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

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.

YASHIMA, Y.; KAIHATSU, A.; NAKAJIMA, T.; KOKUBUM, M. Effects of Source / Sink Ratio and Cytokinin Application on Pod Set in Soybean. **Plant Production Science**, v.8, n.2, p.139-144, 2005.