

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TARCEL HENRIQUE CORREIA IZIDÓRIO

**REGULADOR DE CRESCIMENTO MODIFICANDO A
ARQUITETURA DE PLANTAS DE SOJA**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TARCEL HENRIQUE CORREIA IZIDORIO

**REGULADOR DE CRESCIMENTO MODIFICANDO A
ARQUITETURA DE PLANTAS DE SOJA**

Orientadora: Prof^ª Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez

Co-orientador: Prof^º Dr. Cid Naudi Silva Campos

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, área de
concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2022



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Tarcel Henrique Correia Izidorio

ORIENTADORA: Dra. Rita de Cassia Felix Alvarez

TÍTULO: Regulador de crescimento modificando a arquitetura de plantas de soja

AVALIADORES:

Profa. Dra. Rita de Cassia Felix Alvarez

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Prof. Dr. Rafael Ferreira Barreto

Chapadão do Sul, 28 de fevereiro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Felix Alvarez, Professora do Magistério Superior**, em 28/02/2022, às 09:21, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Felipe Ratke, Professor do Magisterio Superior**, em 28/02/2022, às 09:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Ferreira Barreto, Usuário Externo**, em 28/02/2022, às 09:28, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

DEDICATÓRIA

À minha avó Guaraciaba Nunes de Paula que sempre esteve ao meu lado, rezando, incentivando e dando muita força para que eu continuasse. E à memória de meu avô Jesus Correia de Castro pelos ensinamentos de vida e constante apoio em meus estudos, uma pessoa que acreditou muito em meus esforços e que sempre me disse que eu iria conseguir, queria muito que o senhor estivesse aqui agora, nesse momento tão especial da minha vida, só tenho a agradecer por tudo. A memória de minha mãe Marlene Ap. Correia. À minha irmã Alessandra Correia Israel com quem sempre pude contar, pela amizade, incentivo e carinho. À minha filha Alicia Severino Correia um grande presente de Deus!

Dedico!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelas bênçãos recebidas, por ter me dado inteligência para que eu possa sempre seguir em frente e por guiar os meus passos em cada fase de minha vida.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – área de concentração Produção Vegetal, pela excelência e oportunidade de prosseguir meus estudos.

A Profª Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez pela orientação, paciência, incentivo e amizade durante a execução deste trabalho, pois sem ela não conseguiria concluir.

Ao coorientador e Profº Dr. Cid Naudi Silva Campos, pelas colaborações e orientações relevante para a execução desta pesquisa.

A todos os professores do curso de Agronomia que me ajudaram muito a chegar aonde eu cheguei e que de certa forma contribuíram na teoria para a realização desse trabalho.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos que sempre estiveram comigo em todos os meus passos e que acreditaram na minha capacidade de vencer.

Obrigado por tudo.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura média mensal (°C) durante o período do experimento..... 12
- Figura 2.** Variáveis canônicas para componentes nutricionais e fisiológicos da soja em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento, vegetativo (Veg) e reprodutivo (Rep.) 17
- Figura 3.** Variáveis canônicas para componentes de produção da soja em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento, vegetativo (Veg.) e reprodutivo (Rep.) 18

REGULADOR DE CRESCIMENTO MODIFICANDO A ARQUITETURA DE PLANTAS DE SOJA

RESUMO: O uso de reguladores de crescimento de plantas pode ser uma importante alternativa para modificar a arquitetura de plantas de soja visando aumento de produtividade de grãos. O objetivo foi avaliar os efeitos da aplicação de citocinina, via foliar, sobre a nutrição, crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos de soja. O experimento foi instalado na safra 2020/21, em condições de campo, no Centro de Pesquisa e Difusão de Tecnologia - CPDT 2 - Unidade de Paraíso das Águas, MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de aplicação foliar de cinco doses de citocinina sintética (0,0; 0,30; 0,60; 1,20 e 2,40 g ha⁻¹), correspondendo a 0, 25%, 50%, 100% e 200% da dose de 1,20 g ha⁻¹ de citocinina em duas épocas de aplicação (V6 e R1). No florescimento pleno (R2) foi realizada amostragem de folhas diagnóstico para análise química foliar e teor de pigmentos. Foram avaliadas a altura de plantas e de inserção da primeira vagem (AIV), número de nós (NNO), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PROD). A aplicação foliar de citocinina para as doses de (0,60 g ha⁻¹) na fase vegetativa e na dose de (0,30 g ha⁻¹) na reprodutiva, favoreceram as características de clorofila a (Ca), clorofila b (Cb), clorofila total (Cx), carotenoides (c) e teores de nitrogênio. A aplicação da citocinina via foliar nas doses de (1,20 e 2,40 g ha⁻¹), durante o estágio reprodutivo da soja (R1), proporciona aumento significativo, a cultivar (ST 797 IPRO), apresenta MCG de 14,06 gramas e produtividade respectivamente de 3.068 Kg ha⁻¹ quando aplicamos o regulador de crescimento.

Palavras-chave: *Glycine max* L., biorregulador, citocinina, clorofila, multivariada

GROWTH REGULATOR MODIFYING THE ARCHITECTURE OF SOY PLANTS

ABSTRACT: The use of plant growth regulators can be an important alternative to modify the architecture of soybean plants in order to increase grain yield. The objective was to evaluate the effects of cytokinin application, via foliar, on nutrition, growth, production components and productivity of soybeans. The experiment was installed in the 2020/21 crop, under field conditions, at the Research and Technology Diffusion Center - CPDT 2 - Paraíso das Águas Unit, MS. The experimental design was in randomized blocks, in a 5x2 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of foliar application of five doses of synthetic cytokinin (0.0; 0.30; 0.60; 1.20 and 2.40 g ha⁻¹), corresponding to 0, 25%, 50%, 100% and 200% of the dose of 1.20 g ha⁻¹ of cytokinin in two application times (V6 and R1). At full flowering (R2) diagnostic leaf sampling was performed for leaf chemical analysis and pigment content. The height of plants and insertion of the first pod (AIV), number of nodes (NNO), number of pods per plant (NVP), number of grains per pod (NGV), mass of one hundred grains (MCG) and yield were evaluated. of grain (PROD). Foliar application of cytokinin at doses of (0.60 g ha⁻¹) in the vegetative phase and at a dose of (0.30 g ha⁻¹) in the reproductive phase, favored the characteristics of chlorophyll a (Ca), chlorophyll b (Cb), total chlorophyll (Cx), carotenoids (c) and nitrogen contents. The application of foliar cytokinin at doses of (1.20 and 2.40 g ha⁻¹), during the reproductive stage of soybean (R1), provides a significant increase, the cultivar (ST 797 IPRO), presents MCG of 14.06 grams and productivity of 3,068 Kg ha⁻¹, respectively, when we apply the growth regulator.

Keywords: *Glycine max* L., bioregulator, cytokinin, chlorophyll, multivariate

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
Caracterização da área experimental	11
Delineamento experimental e instalação do experimento	13
Controle de plantas daninhas e manejo fitossanitário	14
Avaliações do experimento	14
Análise estatística	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

INTRODUÇÃO

O potencial produtivo da cultura da soja é regido pelas características genéticas de suas sementes. No entanto, as condições do ambiente de cultivo, como temperatura, regime hídrico, fotoperíodo, propriedades químicas e físicas do solo, bem como a competição com outras plantas, diminuem sua produtividade para os valores médios observados atualmente (BUZELLO et al., 2017). Pesquisas recentes registraram no Brasil rendimentos de 7.749,60 Kg ha⁻¹ (CESB, 2021), isso indica a possibilidade de explorar as características genéticas da cultura por meio do manejo fisiológico.

Nesse contexto, a estimulação fisiológica por meio do uso de citocinina é uma das estratégias adotadas. Isso ocorre porque a citocinina além da função da divisão celular, está ligada a outras atribuições na fisiologia das plantas, mobilização de nutrientes, retardo na senescência foliar, síntese de clorofilas, desenvolvimento floral, expansão de folhas e cotilédones, germinação de sementes, dominância apical, formação e atividade de meristemas apicais e superação de dormência de gemas (FAGAN et al., 2015; TAIZ & ZEIGER, 2013). Em conjunto, essas funções demonstram que o uso do hormônio pode causar alterações que levam a maior rendimento das plantas (DHAKNE et al., 2015; FIOREZE et al., 2017; SOARES et al., 2017).

Além disso, o estágio de crescimento em que a citocinina é aplicada também é um ponto importante a ser estudado, pois seu efeito pode ser modificado em função do tempo de aplicação e da variedade de cultura utilizada. SOARES et al., (2017) avaliaram a aplicação de cinetina em soja, na dose de 0,05 g ha⁻¹, nos estágios V4, V6 ou V4 + V6, verificaram incremento na assimilação de nitrogênio, no teor de massa de matéria seca e na produtividade de grãos. Contudo, os efeitos mais expressivos foram causados pela aplicação de cinetina em V6, que proporcionou incremento de 20 % na produtividade, em relação ao controle.

FIOREZE et al., (2017) estudando a influência da aplicação de cinetina no estágio reprodutivo da soja verificaram que a aplicação em casa de vegetação e em campo apresentou padrões diferentes. Resultados esses, associados às condições ambientais que diferem de cultivos protegidos.

As citocininas são reguladores vegetais que alteram a arquitetura da planta, mas que não causam danos no metabolismo quando administradas em baixas concentrações. Isso ocorre por serem as responsáveis por promoverem a diferenciação das gemas laterais,

aumentarem a imunidade das plantas e a adaptação delas aos estresses (FAGAN et al., 2015). Estes efeitos são relevantes, mas são necessários mais estudos sobre o uso de citocinina na cultura da soja para que uma tomada de decisão mais eficiente e segura visando o aumento da produtividade.

Sendo assim, surgem as hipóteses que (i) há diferenças nas respostas das plantas de soja à aplicação de citocinina em função do estágio fenológico e da concentração. (ii) a aplicação foliar de citocinina promove aumento da produtividade de grãos, devido aos efeitos nutricionais, nos pigmentos fotossintéticos e nos componentes de produção.

O objetivo foi avaliar os efeitos da aplicação de citocinina, via foliar, sobre a nutrição, crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa e Difusão de Tecnologia (CPDT 2), localizado na região de Paraíso das Águas – MS, com coordenadas 19°20'63''S e 53°12'54'' W, a uma altitude de 605 m, no ano agrícola 2020/21. A região apresenta clima tropical úmido e seco (AW), com estações bem definidas, caracterizadas por invernos secos (maio-setembro) e verões chuvosos (outubro - abril), segundo a classificação de Köppen. A área experimental apresenta temperatura média anual variando de 13 °C a 29 °C, precipitação média anual de 1.850 (CUNHA et al., 2013). Os dados de precipitação e temperatura do ar foram registrados durante o período experimental (Figura 1).

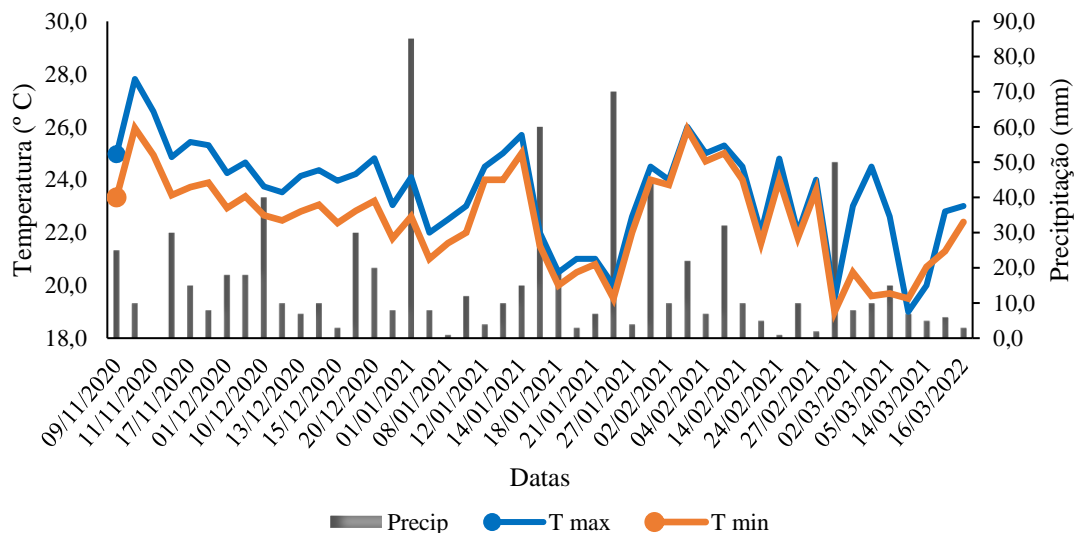


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura média mensal (°C) durante o período do experimento. Fonte: (GPVI 1.0, 2018).

Durante o experimento os dias que ocorreram chuvas a precipitação mínima foi 1,0 mm e a máxima de 85 mm, perfazendo um total de 799 mm, atendendo a faixa de necessidade hídrica da cultura para o adequado desenvolvimento das plantas de soja, pois a exigência hídrica dessa cultura varia entre 450 e 850 mm de água, dependendo da cultivar (ALBUQUERQUE, 2010). Em relação à temperatura ficou dentro da faixa considerada ideal para cultura, em torno de 30°C (LOURENÇÃO, 2013).

O solo da área experimental apresenta-se como Neossolo Quartzarênico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação do experimento, foi realizada amostragem do solo na camada de 0 a 0,2 m de profundidade. Em seguida, procedeu-se à análise química para fins de fertilidade e granulométricas (areia, silte e argila), conforme metodologia descrita por RAIJ et al., (2001) e DONAGEMA et al., (2011), respectivamente.

As análises do solo na camada 0 a 0,2 m, apresentaram as seguintes características para: pH (CaCl₂) - 5,4; Ca - 1,28 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg - 0,46 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; e Al - 0,02 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Para seguintes análises tivemos os resultados: K - 56,9 mg dm^{-3} ; P(resina) - 11,9 mg dm^{-3} e S - 3,4 mg dm^{-3} . Respectivamente, matéria orgânica (M.O) - 12,4 g dm^{-3} , capacidade de troca catiônica (CTC) - 3,97 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, saturação por base (V%) - 47,3 e saturação por alumínio (m%) - 1,2. Realizou-se ainda na camada de 0 a 0,2 m a análise granulométrica: argila - 122,14 g dm^{-3} ; silte - 46,43 g dm^{-3} e areia - 831,43 g dm^{-3} respectivamente.

Delineamento experimental e instalação do experimento

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses do regulador vegetal citocinina sintética (0,0; 0,30; 0,60, 1,20 e 2,40 g do regulador vegetal ha⁻¹), correspondendo a 0, 25%, 50%, 100% e 200% da dose de 1,20 g de citocinina por ha⁻¹, conforme recomendado por (FIDELIS, 2020). As aplicações foram realizadas em duas épocas, estágio V6 e R1. A fonte utilizada foi a citocinina sintética, grau de pureza de 99,3% de citocinina.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de dez metros de comprimentos, espaçadas de 0,45 m entre si. A área útil foi constituída por duas linhas centrais de cada parcela. A cultivar utilizada foi a ST 797 IPRO, de ciclo médio e apresentando crescimento indeterminado com grupo de maturação 7.9 (BASF, 2021).

O regulador vegetal foi aplicado via foliar, para tanto, foi utilizado pulverizador costal, que apresenta um cilindro de alumínio com capacidade para 2 Kg de CO₂, contendo regulador de pressão, manômetro de 0 a 100 psi, válvula de segurança e uma barra de aplicação com 4 bicos, calibrado para uma vazão de 150 L ha⁻¹, utilizando uma pressão de 2,5 bar e pontas TTI60-110025 TeeJet®.

A área experimental utilizada foi em sistema de plantio direto com rotação com braquiária (*Urochloa ruziziensis*). Para o condicionamento químico do solo, foi utilizado calcário com Poder Reativo de Neutralização (PRNT) de 85%, contendo 40% de óxido de cálcio e 17% de óxido de magnésio. As correções do solo tiveram início no mês de julho de 2020 com a aplicação de 1.043 Kg ha⁻¹ de calcário, essa adoção foi visando elevar a saturação por bases a 50% na camada de 0,0 – 0,20 m. As recomendações para calagem e adubação seguiram as indicações de SOUSA & LOBATO (2004).

O plantio foi realizado no dia 12 de novembro de 2020, utilizando espaçamento de 0,45 m entrelinhas, com distribuição de 15 sementes por metro linear, perfazendo a densidade populacional de 333,3 mil plantas por hectare. As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas (Piraclostrobina e Tiofanato Metílico) na dosagem de 3,75 g ha⁻¹ i.a., e inseticida (Fipronil), na dosagem de 106,95 g ha⁻¹ i.a.

A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio, com base nos resultados da análise química do solo, e recomendações de SOUSA & LOBATO (2004). Foram aplicados 150 Kg ha⁻¹ do adubo MAP (11% de N e 52% de P₂O₅) e 68 Kg ha⁻¹ de K₂O (58% K₂O), no sulco de plantio. A adubação potássica, foi feita em cobertura,

realizada aos 15 dias após a emergência (DAE), na dosagem de 100 Kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

Controle de plantas daninhas e manejo fitossanitário

Antes da semeadura, visando o controle de plantas daninhas, foram realizadas aplicações do herbicida sal de amônio Glifosato na dosagem de 2.376 g ha⁻¹ i.a. Na segunda aplicação de pós-emergente aos 15 dias após a emergência (DAE), foi aplicando 950,4 g ha⁻¹ i.a. de sal de amônio Glifosato. No mesmo dia, foram realizados os controles de insetos pragas, aplicando Clorantraniliprole na dosagem de 10 g ha⁻¹ i.a.

Aos 60 (DAE) foi realizado um controle preventivo aplicando fungicidas e inseticidas para o controle de lagartas e percevejos. Para os fungicidas foram aplicados (Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina) nas dosagens de 50, 70 e 60 g ha⁻¹ i.a. e Mancozebe 375 g ha⁻¹ i.a. Para percevejos, foram realizadas aplicações de (Imidacloprido + Bifentrina), nas doses de 75 e 15 g ha⁻¹ i.a., acrescentado na mistura 108 g ha⁻¹ de óleo vegetal. Aos 80 (DAE), repetiu-se a segunda aplicação de fungicida, com 60 e 30 g ha⁻¹ de (Picoxistrobina + Benzovindiflupir).

Aos 100 (DAE), no controle preventivo da ferrugem, foram aplicados (Picoxistrobina + Ciproconazol) na dosagem de 60 e 24 g ha⁻¹ i.a. e Mancozebe na dose de 750 g ha⁻¹ i.a. Para o controle de percevejo aplicou-se (Imidacloprido + Beta-Ciflutrina) na dosagem de 50 e 6,25 g ha⁻¹ i.a. e 180 g ha⁻¹ i.a. de óleo vegetal. Para todas as pulverizações com fungicidas e inseticidas foi utilizado pulverizador autopropelido, bicos tipo leque com ângulo de 110 – 140° e cone com ângulo de 70 – 80°, com vazão de 60 L ha⁻¹.

Avaliações do experimento

Foi realizada no estágio fenológico R2 (florescimento pleno) coleta de três trifólios por parcela, sendo coletada a terceira folha a partir do ápice na haste principal, com pecíolo, (PRADO, 2020). Nesse material vegetal, foi realizada a determinação dos teores de clorofila a (Ca), clorofila b (Cb), clorofila total (Cx) e carotenoides (c). Os teores dos pigmentos foram determinados a partir da retirada de 0,02 g de amostra fresca das folhas. Em seguida, foram adicionadas em tubos de ensaio com 4,0 ml de acetona (80%) e permaneceram resfriadas por 72 horas. Logo após, os extratos foram mensurados

através de espectrofotômetro (modelo TU-1810) de acordo com a metodologia de LICHTENTHALER (1987). Os resultados foram expressos em mg g^{-1} de massa de matéria fresca.

Em seguida, as folhas coletadas foram lavadas com água corrente, solução de detergente neutro 0,1%, solução de HCl 0,3% e por fim, água destilada (PRADO, 2020). Posteriormente, secas em estufa à $65 \pm 5^\circ\text{C}$ com ventilação forçada por 72 h e, após a secagem, moídas em moinho tipo Wiley. Foi realizada análise química do tecido vegetal, seguindo a metodologia proposta por (SILVA, 2009) e determinado os teores dos macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), expressos em g Kg^{-1} de matéria seca e dos micronutrientes: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), expressos em mg Kg^{-1} de matéria seca.

As características agronômicas da cultura da soja avaliadas foram: altura de plantas, medindo-se desde o coleto até o ápice das plantas. Altura de inserção da primeira vagem, foi medida a distância do coleto a inserção da primeira vagem, sendo as medições realizadas em 10 plantas aleatórias na área útil de cada parcela, com auxílio de uma régua milimétrica e os resultados expressos em centímetro, no estágio R8.

O número de vagens por planta e o número de grãos por vagens foi avaliado por ocasião da maturação, sendo no estágio R8 (95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura) (FEHR & CAVINESS, 1977), contando-se o número de vagens e número de grãos por vagens presentes em cinco plantas coletadas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

As plantas foram colhidas manualmente, no estágio de desenvolvimento R8. Após a colheita das plantas, as sementes foram debulhadas das vagens em máquina trilhadeira estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel kraft.

Partindo-se do rendimento de sementes das parcelas, foram calculadas as produtividades em Kg ha^{-1} . Para os cálculos de rendimentos e os graus de umidade das sementes, foi utilizado o medidor portátil (Agrologic/Portátil Al-101), com correções de umidade de sementes para 13%. Em seguida, foram determinadas as massas de cem sementes, por meio da pesagem de quatro subamostras de 100 sementes, para cada repetição de campo, com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama.

Análise estatística

Foi realizada análise multivariada de variáveis canônicas para verificar a inter-relação entre tratamentos e variáveis. Foi realizado o teste de Pillai para as duas primeiras variáveis canônicas para construir o biplot. As análises estatísticas foram realizadas com software livre R utilizando os pacotes “factoextra”, “gplots” e “pheatmap”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 contém a análise multivariada de variáveis canônicas. As duas primeiras variáveis canônicas acumularam 56,50% da variação total para componentes nutricionais e fisiológicos da soja em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento. As duas primeiras variáveis canônicas foram significativas pelo teste de Pillai da análise de variância multivariada.

A Ca + b, Cx + c e N (Figura 2) foram influenciados pela aplicação de citocinina na fase vegetativa ($0,60 \text{ g ha}^{-1}$) e reprodutiva ($0,30 \text{ g ha}^{-1}$). As citocininas tem como função e efeito fisiológico promover o desenvolvimento de plastídios nos cloroplastos e inibem a degradação da clorofila, impactando a fotossíntese das plantas (NASCIMENTO, 2000, FERRAZ et al., 2007, CAMPOS et al., 2009, TAIZ & ZAIGER, 2013, TAIZ et al., 2017). A alocação das variáveis clorofila a e b, clorofila total e carotenoides, nitrogênio e fósforo no mesmo quadrante pode ser explicada pelo impacto do nitrogênio sobre os pigmentos, especialmente no estágio vegetativo da cultura, onde se observa maior influência do elemento sobre a clorofila. Esse resultado está de acordo com o encontrado por SOARES et al. (2017), onde os autores posicionaram a aplicação de citocinina em dois estágios de desenvolvimento da soja e concluíram que o regulador vegetal aumentou a assimilação de nitrogênio, reduzindo o nível de estresse das plantas, o acúmulo de massa seca e ganhos em produtividade.

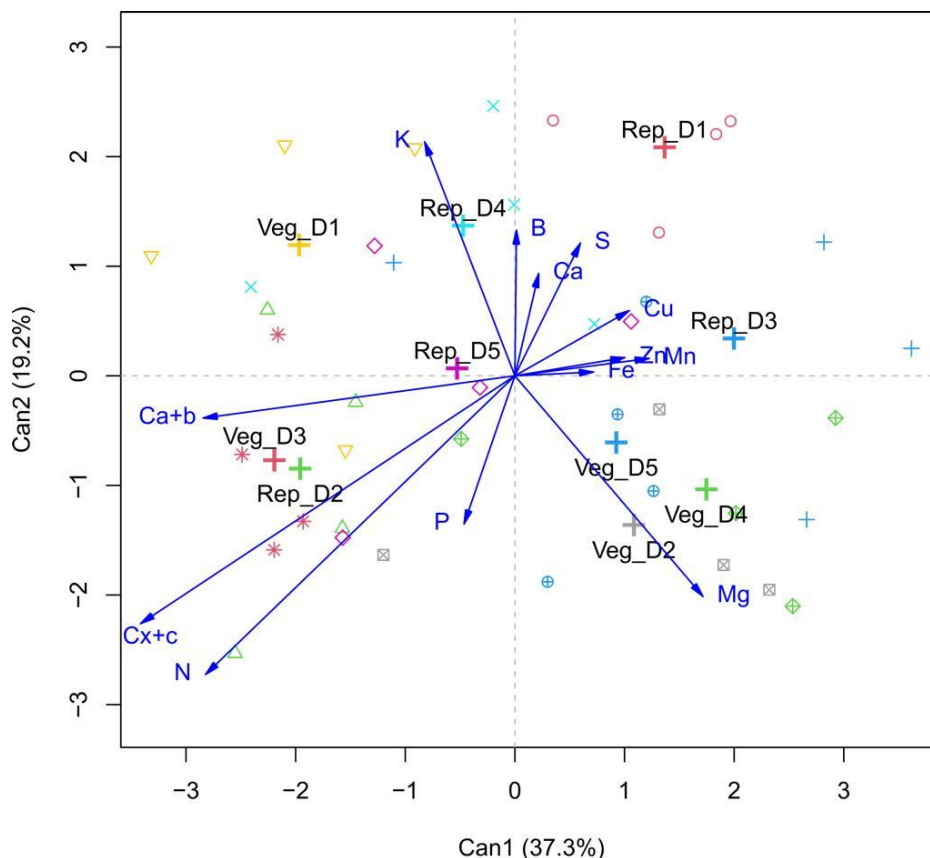


Figura 2. Variáveis canônicas para componentes nutricionais e fisiológicos da soja em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento, vegetativo (Veg.) e reprodutivo (Rep.).

De acordo com a figura 3, podemos observar análise multivariada de variáveis canônicas, onde obtivemos 63,6% da variação total para componentes de produção em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento. As variáveis canônicas foram significativas pelo teste de Pillai da análise de variância multivariada.

Com base nos resultados obtidos para análise de variáveis canônicas para altura de inserção de vagens (Figura 3), foi possível constatar influência dos tratamentos. As doses de citocinina de 0,30 e 2,40 g ha⁻¹ fornecidas no estágio vegetativo, aumentaram o número de grãos por vagens.

A altura de inserção de primeira vagem foi influenciada pela aplicação foliar de 0,30 g ha⁻¹ de citocinina no estágio reprodutivo (18,60 cm) e 2,40 g ha⁻¹ de citocinina aplicado no estágio vegetativa (19,80 cm) (Figura 3), sendo os valores inferiores ao controle (22,40 cm). A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica importante à operação de colheita mecânica dos grãos. Essa variável deve ser de no mínimo 13 cm, para que se reduza as perdas durante a colheita (QUEIROZ et al., 1981).

Entretanto, podemos constatar pouca influência da aplicação foliar de citocinina, independente da época de aplicação, na altura da primeira vagem, onde os resultados obtidos mostrou a inviabilidade da aplicação foliar de citocinina para aumentar altura de inserção de primeira vagem em soja visando colheita mecanizada.

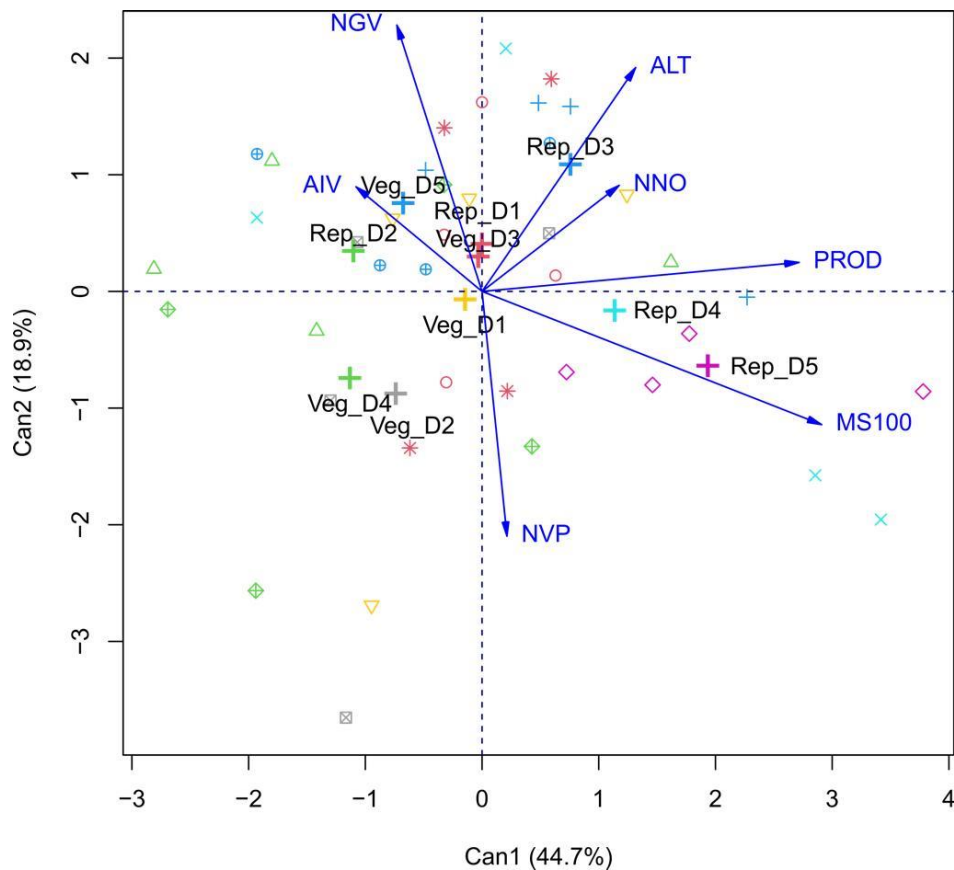


Figura 3. Variáveis canônicas para componentes de produção da soja em função dos tratamentos e estágio de desenvolvimento, vegetativo (Veg.) e reprodutivo (Rep.).

Quanto à altura de plantas e número de nós por planta, independente da época de aplicação, a dose de $0,60 \text{ g ha}^{-1}$ de citocinina, foi a que promoveu maiores valores, devido a tratar de regulador vegetal com efeito citocinínico. As aplicações exógenas de citocininas promovem a quebra da dominância apical e o crescimento das gemas laterais, elas estimulam a divisão celular e o crescimento dessas gemas (TAIZ & ZAIGER, 2013; TAIZ et al., 2017).

A massa de cem grãos e produtividade de grãos foram influenciadas positivamente quando a citocinina exógena foi pulverizada no estágio reprodutivo (R1), nas doses 1,20

e 2,40 g ha⁻¹, apresenta MCG de 14,06 gramas e produtividade respectivamente de 3.068 Kg ha⁻¹, quando aplicamos o regulador de crescimento.

Esses resultados podem ter ocorrido em razão do acúmulo de matéria seca, que se inicia nas partes vegetativas da planta, porém, entre R3 e R5, há translocação gradativa de assimilados para os legumes e grãos em formação (RITCHIE et al., 1997). Nessa condição, a aplicação de citocinina exógenas pode aumentar a força de dreno para esses grãos e incrementar a massa seca.

A utilização da citocinina via foliar no estágio vegetativo (0,30 e 1,20 g ha⁻¹, e as doses de 0,60 e 2,40 g ha⁻¹) proporcionaram ganhos significativos no número de vagens totais fixados nas plantas e números de grãos por vagens, respectivamente. Em estudos com soja, realizados no Japão, NONOKAWA et al. (2007), constataram que as aplicações exógenas de BAP (benzilaminopurina) nos racemos, após a antese, aumentaram o número de legumes produzidos pela planta. Segundo o mesmo autor, 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, durante a fase R3. Esses aumentos são consistentes com dados da literatura (PASSOS et al., 2008; PASSOS et al., 2011; KHATUN, et. al., 2016; BUZELLO et al., 2017).

CONCLUSÃO

A aplicação foliar de citocinina para as doses de (0,60 g ha⁻¹) na fase vegetativa e na dose de (0,30 g ha⁻¹) na reprodutiva, favorece as características de Ca+b, Cx+c e teores de nitrogênio.

A aplicação da citocinina via foliar nas doses de (1,20 e 2,40 g ha⁻¹), durante o estágio reprodutivo da soja (R1), proporciona aumento significativo a cultivar (ST 797 IPRO), apresenta MCG de 14,06 gramas e produtividade respectivamente de 3.068 Kg ha⁻¹, quando aplicamos o regulador de crescimento.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P. Gestão da água na agricultura: Coeficientes de cultivo (Kc) e de tanque classe A (Kp). **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna** – ITEM, ABID, n.63, p.12-19, 2004.

BASF – **Característica do cultivar.** Disponível em: < <https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/soytech/SoyTech/ST-797-IPRO.html> > Acesso em: 16/10/2021.

BUZZELLO, G. L. et al. Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 225 - 233, 2017.

CAMPOS et al. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, p. 74 - 79, 2009.

CESB (Comitê Estratégico Soja Brasil). **GDE. CASE CAMPEÃO 20/21 – SUL & NACIONAL.** Disponível em: < <https://www.cesbrasil.org.br/gde-case-campeao-20-21-sul-nacional/> >. Acesso em: 15/02/2022.

CUNHA, F. F. et al. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul-MS. **Revista Engenharia na Agricultura-Reveng**, v. 21, n. 2, p. 159-172, 2013.

DHAKNE, A. S., et al. Yield and economics of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) as influenced by different levels of sulphur and plant growth regulator. **International Journal of Tropical Agriculture**. v.33, n. 4, p. 2645-2648, 2015.

DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solo.** Embrapa Solos- Documento (INFOTECA-E). Rio de Janeiro - RJ. 2ª ed. Revista. p. 15 - 230, 2011.

FAGAN, E. B. et al. **Fisiologia Vegetal:** reguladores vegetais. São Paulo: Andrei, p. 300, 2015.

FEHR, W. R., et al. Response of indeterminate and determinate soybean cultivares to defoliation and half-plant cut-off. **Crop Science**, v.17, p.913-17, 1977.

FERRAZ, C. M., et al. Desenvolvimento de plantas de soja em resposta aos reguladores vegetais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 9 - 11, 2007.

FIDELIS, R. R. et al. Kinetin and Nitrogen in Agronomic Characteristics of Soybean. **American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)**, v. 69, n. 1, p. 113 - 120, 2020.

FIOREZE, S. L. et al. Foliar application of calcium and kinetin on soybean at reproductive stage. **Journal of plant nutrition**, v. 40, n. 18, p. 2602 -2610, 2017.

GPVI 1.0: **Script web para análise de dados meteorológicos**. 2018 Disponível em: < <https://www.gpvi.com> >. Acesso em: 14/05/2021.

KHATUN, S. Effect of plant growth regulators and their time of application on yield attributes and quality of soybean. **International jornal of plant & soil Science**, v. 11, n. 1, p. 1 – 9, 2016.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology**. p. 350 -382, 1987.

LOURENÇÃO, A. L. F. et al. Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil. **EMBRAPA**, v. 1 Londrina, p. 248, 2013.

NASCIMENTO, W. M. Envolvimento do etileno na germinação de sementes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, (Edição Especial), v. 12, p. 163 - 174, 2000.

NONOKAWA, K.; et al. Roles of auxin and cytokinin in soybean pod setting. **Plant Production Science**, v. 10, p. 199 - 206, 2007.

PASSOS, A. M. A. et al. Cinetina e nitrato de potássio em características agrônômicas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 925 - 928, 2008.

PASSOS, A. M. A. et al. Yield per plant and other characteristics of soybean plants treated with kinetin and potassium nitrate. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 965 - 972, 2011.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2ª Ed. Editora Unesp, São Paulo - SP. 2020.

QUEIROZ, E. F. et al. Recomendações técnicas para a colheita mecânica. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 701 - 710, 1981.

RAIJ, B.V. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service. (Special Report), n. 53, p. 20, 1997.

SANTOS, H. G., et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Revista ampliada. 5ª ed. p. 25- 356. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, F. C. S. et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2ª Ed. Vol. 627, p. 2009.

SILVA, V. H. Doses complementares de inoculante *Bradyrhizobium japonicum* via foliar em diferentes estádios fenológicos na cultura de soja. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Sinop: Universidade Federal de Mato Grosso; 2019.

SOARES, L. H. et al. Physiological, phenometric and productive changes in soybean crop due to the use of kinetin. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 1, p. 80 - 86, 2017.

SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília - DF. Embrapa Cerrados. 2ª Ed. p. 29 - 416, 2004.

TAIZ, L. et.al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 6^a ed., p. 858, 2017.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5^a ed., p. 918, 2013.