

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

TAMIRES OLIVEIRA DE LIMA MORELI

**THIDIAZURON EM FEIJOEIRO DE OUTONO-INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA
PRODUTIVIDADE, TEORES DE MACRONUTRIENTES E QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

Ilha Solteira

2022

TAMIRES OLIVEIRA DE LIMA MORELI

**THIDIAZURON EM FEIJOEIRO DE OUTONO-INVERNO E SUA INFLUÊNCIA NA
PRODUTIVIDADE, TEORES DE MACRONUTRIENTES E QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas
de Produção

Prof. Dr. Orivaldo Arf
Orientador

Ilha Solteira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M839t Moreli, Tamires Oliveira de Lima.
Thidiazuron em feijoeiro de outono-inverno e sua influência na produtividade, teores de macronutrientes e qualidade fisiológica das sementes / Tamires Oliveira de Lima Moreli. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
44 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2022

Orientador: Orivaldo Arf
Coorientador: Marco Eustaquio de Sá
Inclui bibliografia

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Herbicida. 3. Thidiazuron. 4. Citocinina. 5. Aplicações.


Raiane da Silva Santos



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Thidiazuron em feijoeiro de outono-inverno e sua influência na produtividade, teores de macronutrientes e qualidade fisiológica das sementes

AUTORA: TAMIRES OLIVEIRA DE LIMA

ORIENTADOR: ORIVALDO ARF

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ORIVALDO ARF (Participação Virtual)

Departamento de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Socio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. EDSON LAZARINI (Participação Virtual)

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. FLÁVIO HIROSHI KANEKO (Participação Virtual)

Departamento de Agronomia / Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

Ilha Solteira, 02 de maio de 2022

DEDICO

Aos meus pais **Oswaldo Alves de Lima Neto** e **Marcia C. Oliveira de Lima** por todo amor, carinho, apoio, educação, meus exemplos de humildade.

Ao meu irmão **Matheus O. de Lima**, pelo carinho e amizade.

Ao meu marido **Ronaldo Rossetti Moreli** por todo amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, saúde e proteção. Por sempre iluminar meus caminhos e pelas oportunidades que surgiram em minha vida.

Aos meus pais Osvaldo Alves de Lima Neto e Marcia Cristina Oliveira de Lima, e ao meu irmão Matheus Oliveira de Lima, por todo apoio, amor e carinho, minha base, que estão sempre me guiando e incentivando.

À Ronaldo Ressetti Moreli, pelo amor, carinho e companheirismo, sempre me apoiando e encorajando a ir em busca dos meus objetivos.

Ao meu orientador Prof^o Dr^o Orivaldo Arf, pela orientação, apoio e ensinamentos desde a graduação, sempre com disponibilidade de tempo e muita paciência para nos ajudar com as pesquisas.

Ao meu co-orientador Prof^o Dr^o Marco Eustáquio de Sá, pelas ideias do projeto, co-orientação, ensinamentos também desde a graduação, até a finalização desse projeto.

Aos companheiros de estágio da “Equipe Arf” pelo auxílio na condução dos experimentos, além da amizade, apoio e trabalho em equipe.

Ao pessoal do Laboratório de Análises de Sementes, por toda ajuda durante as atividades de análise do projeto.

Ao pessoal do Laboratório de Nutrição de Plantas, em especial o Carlos pela ajuda com as análises estatística.

Ao pessoal da Fisiologia Vegetal, em especial alunos da Prof^a Dr^a Liliane Santos de Camargo, pela ajuda com as avaliações de Taxa de Fotossíntese.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa de estudo e apoio financeiro.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Ilha Solteira, pela estrutura física, todo suporte e oportunidade de realização desta pesquisa.

A todo o corpo docente da pós-graduação, pelo conhecimento transmitido, orientações e incentivo, sendo fundamental na minha formação profissional.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE); Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; Seção de Pós-Graduação; Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão; Laboratório de Análise de Plantas do DFTASE e Biblioteca.

RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais importantes para a alimentação da população brasileira. Seu cultivo pode ser realizado em três safras anuais, podendo ser cultivado o ano todo em território nacional desde que empregado técnicas de manejo adequado para o seu bom desenvolvimento. Técnicas como uso de reguladores vegetais estão sendo amplamente utilizados na agricultura, e o thidiazuron (TDZ) que é um produto desfolhante para o algodoeiro, quando aplicado em pequenas concentrações apresenta efeito semelhante ao da citocinina. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da aplicação única de thidiazuron e da aplicação em conjunto com ureia, em duas fases fenológicas, bem como a aplicação de metade da dose em cada fase, em feijoeiro de terceira safra, irrigado na região do Cerrado. O experimento foi conduzido em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria - MS, o solo do local é classificado com LATOSSOLO VERMELHO Distrófico tipo argiloso. Utilizou-se o cultivar BRS Estilo, do grupo comercial carioca. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições. Os tratamentos, constituídos pela combinação de 2 fatores: (F1- Doses de TDZ: Sem TDZ; Aplicação de TDZ; Aplicação de TDZ + ureia) e (F2- Momentos de aplicação: Aplicação por ocasião da primeira folha trifoliada (V₃); Aplicação no início de formação dos botões florais (R₅); Aplicação de ½ da dose em V₃ e ½ da dose em R₅). Constatou-se que a utilização do thidiazuron em feijoeiro de outono-inverno apresentou incrementos nos teores de macronutrientes, nos componentes de produção e produtividade bem como na qualidade fisiológica das sementes.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris* L, herbicida, thidiazuron, citocinina, aplicações.

ABSTRACT

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important food crops for the Brazilian population. The cultivation can be done in three annual crops, and it can be cultivated all year round in the national territory as long as adequate management techniques are used for its good development. Techniques such as the use of plant regulators are being widely used in agriculture, and thidiazuron (TDZ), which is a defoliant product for cotton, when applied in small concentrations has an effect similar to that of cytokinin. The objective of this work was to evaluate the effects of the single application of thidiazuron and the application together with urea, in two phenological phases, as well as the application of half the dose in each phase, in third-crop bean, irrigated in the Cerrado, the Brazilian Savanna. The experiment was conducted in the experimental area of the Teaching, Research and Extension Farm of the Ilha Solteira Engineering College - UNESP, located in the city of Selvíria - MS, the soil is classified as dystrophic red oxisol of the clay type. The BRS Estilo cultivar, of the carioca commercial group, was used. The experimental design was in randomized blocks, arranged in a 3x3 factorial scheme, with four repetitions. The treatments consisted of a combination of 2 factors: (F1- TDZ doses: Without TDZ; Application of TDZ; Application of TDZ + urea) and (F2- Times of application: Application at the first trifoliate leaf (V3); Application at the beginning of floral bud formation (R5); Application of ½ of the dose in V3 and ½ of the dose in R5). It was observed that the use of thidiazuron in autumn-winter bean showed increases in the contents of macronutrients, in the components of production and productivity as well as in the physiological quality of the seeds.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L, herbicide, thidiazuron, cytokinin, applications.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	IMPORTÂNCIA DO FEIJOEIRO.....	12
2.2	HORMÔNIOS E REGULADORES VEGETAIS.....	13
2.3	THIDIAZURON.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	16
3.2	DADOS CLIMÁTICOS.....	16
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	17
3.4	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	17
3.5	AVALIAÇÕES DE LABORATÓRIO.....	19
3.5.1	Análise nutricional das folhas.....	19
3.5.2	Componentes de produção.....	19
3.5.2.1	População final de plantas.....	19
3.5.2.2	Produtividade de grãos.....	19
3.5.2.3	Classificação dos grãos por peneiras.....	20
3.5.3	Avaliação da Taxa Fotossintética em R6.....	20
3.5.4	Avaliações das qualidades fisiológicas de sementes.....	20
3.5.4.1	Teste de Germinação.....	20
3.5.4.2	Comprimento de Plântula.....	21
3.5.4.3	Massa da Matéria Seca de Plântula.....	21
3.5.4.4	Envelhecimento Acelerado.....	21
3.5.4.5	Condutividade Elétrica.....	21
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1	TEORES DE MACRUNITENTES NAS FOLHAS.....	23
4.2	COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE.....	24
4.3	TAXA DE FOTOSSÍNTESE.....	27
4.4	QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES.....	29
5.	CONCLUSÕES.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	APÊNDICE A – FOTOS DO EXPERIMENTO.....	41

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), nome genérico dado a um grande grupo de plantas da família das Fabaceae, que tem como característica a ocorrência de fruto do tipo legume, também conhecido como vagem, tem grande importância no cenário brasileiro, tanto pelo seu valor de produção como também por sua função social, sendo fonte de renda e alimento para milhares de famílias, sendo uma grande fonte de nutrientes essenciais como proteínas, carboidratos, fibras e minerais.

Dentre os maiores produtores mundiais de feijão encontra-se, Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, que são responsáveis por 57% do total produzido no mundo (FAOSTAT, 2019). Segundo dados da Conab (2022) - Companhia Nacional de Abastecimento, no Brasil, a área total de feijão na safra 2022/23 em novembro, foi de 2.781,6 mil hectares, com produção de 2.899,9 mil toneladas de grãos, e produtividade média de 1.043 kg ha⁻¹.

No País, pela adaptabilidade e facilidade de se desenvolver sob diversas condições edafoclimáticas, o feijoeiro-comum é produzido em quase todo o território nacional, onde são empregados sistemas de produção diversificados, desde a agricultura de subsistência até cultivos altamente tecnificados. Assim, o cultivo do feijoeiro pode ser realizado em três safras anuais, sendo de agosto a outubro o chamado feijão “das águas”, de janeiro a março ou feijão “da seca” e de abril a junho, feijão “de inverno”.

Uma dessas técnicas de manejo na cultura é o uso de reguladores vegetais, que estão sendo amplamente utilizados na agricultura, com intuito de induzir ou inibir processos fisiológicos nas plantas.

O thidiazuron (TDZ) é um herbicida desfolhante para o algodoeiro, porém quando aplicado em pequenas concentrações apresenta efeito semelhante ao da citocinina, hormônio o qual está relacionado com a maioria dos aspectos de desenvolvimento vegetal.

É sabido que as culturas em geral, assim como o feijoeiro, apresentam fases fenológicas que requerem maior atenção, pois estarão passando por processos muito exigentes e que vão necessitar em maior quantidade de vários fatores como água, nutrientes, luz solar, etc, serão nessas fases o momento chave para aplicação dos reguladores vegetais, para que a planta consiga mobilizar nutrientes e estabelecer drenos fortes.

Desta maneira objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação única de thidiazuron e da aplicação em conjunto com ureia, em duas fases fenológicas, bem como a aplicação de metade da dose em cada fase, na cultura do feijoeiro visando avaliar crescimento e

desenvolvimento da cultura, produção e produtividade de grãos, taxa fotossintética e qualidade fisiológica das sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do Feijoeiro

O feijão é um dos alimentos mais importantes da população brasileira por ser fonte de proteína (aproximadamente 25%), e possuir bons teores de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos (ABREU, 2005), além de ser rico em ferro (BOREM e CARNEIRO, 2006).

Um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, o feijão gera emprego e renda no Brasil, com sua cadeia de produção, principalmente pelas classes menos privilegiadas, devido especialmente à mão-de-obra empregada desde o preparo para a semeadura até o produto embalado nas prateleiras dos supermercados (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Segundo Hungria e Kaschuk (2014), o feijoeiro comum apresenta grande importância econômica e social para o Brasil. Aproximadamente 70% do total de feijão comum produzido no país é proveniente da agricultura familiar, em semeaduras realizadas principalmente na época “das águas” (primeira safra) e “da seca” (DEL; MELO, 2005).

O cultivo do feijoeiro pode ser realizado em três safras anuais, sendo a 1ª safra ou “safra das águas” semeada geralmente entre agosto a outubro e colhida a partir de novembro até março, com maior intensidade em dezembro. A 2ª safra “safra da seca” ou “safrinha”, é semeada entre janeiro a abril e colhida de abril-maio até junho-julho. A 3ª safra é conhecida como “safra de outono-inverno” ou “safra irrigada”, onde a semeadura é feita a partir de maio, com a colheita entre agosto a outubro (BARBOSA; GONZAGA, 2012). Tudo isso ocorre em função das características regionais, da diversidade climática e das características da cultura do feijoeiro-comum, que vai contribuir para a manutenção da oferta e reduzir as oscilações dos preços (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Na safra 2022/2023 estima-se que foram cultivados 2.781,6 mil hectares de feijão, com produção próxima 2.899,9 mil toneladas de grãos, e produtividade média de 1.043 kg ha⁻¹. Dando destaque para os estados do Paraná e Minas Gerais que apresentarem as maiores produções, 721,3 mil t e 470,3 mil t, respectivamente. Distrito Federal e São Paulo apresentaram as maiores produtividades, 2.730 kg ha⁻¹ e 2.348 kg ha⁻¹, respectivamente, que foram superiores à média nacional (CONAB, 2022).

Para a obtenção de altas produtividades da cultura é necessário a combinação de vários fatores, como época de semeadura, manejo de irrigação, adubação, controle fitossanitário, bem como o uso de reguladores vegetais, definidos como substâncias naturais ou sintéticas

que podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais para incrementar produção e melhorar a qualidade de culturas de interesse econômico (LACA-BUENDIA, 1989).

2.2 Hormônios e Reguladores Vegetais

Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas que atuam nos diferentes órgãos das plantas como as raiz, caule, folhas, flores e frutos, e são responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento do vegetal, e também podem ser chamados de fitormônios. Eles são produzidos em determinadas células, sintetizados em pequenas frações, e transportados para seus locais de atuação.

Os hormônios vegetais possuem um papel de grande importância, pois pode uniformizar a germinação, controlar o desenvolvimento vegetativo, aumentar a fixação de flores e frutos, antecipar ou até mesmo atrasar a maturação dos produtos de interesse comercial (BUZZELLO, 2010).

Até poucos anos atrás, pensava-se que o desenvolvimento vegetal era regulado apenas por cinco principais hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas etileno e ácido abscísico, que fazem parte dos promotores e reguladores de crescimento. No entanto há fortes evidências que indicaram a existência de hormônios vegetais esteroides, conhecidos como brassinas ou brassinosteróides, que diferentemente dos hormônios não esteroides, podem se difundir mais facilmente nas células, o que pode garantir respostas mais rápidas no metabolismo das plantas, como o estímulo à produção de algumas proteínas, enzimas e sinergismo com a sintetização de outros hormônios vegetais (FAGAN *et al.*, 2015).

Para Taiz e Zeiger (2011), a auxina pode ser classificada como um hormônio de desenvolvimento vegetal, que atua fortemente na regulação do alongamento celular a partir da ativação de enzimas que atuam sobre constituintes das ligações entre as microfibrilas de celulose da parede celular, causando aumento da plasticidade, promovendo a entrada de água nas células e aumentando as suas dimensões. Além disso, podem auxiliar no crescimento foliar, crescimento de raízes laterais, diferenciação vascular, formação de gemas florais, desenvolvimento de frutos e partenocarpia (VIEIRA; CASTRO, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2011).

Em um segundo grupo de hormônios temos as giberilinas, que são associadas à promoção do crescimento do caule, e a sua aplicação às plantas intactas pode induzir em aumentos significativos na sua estrutura (TAIZ; ZEIGER, 2011; BAZZAN, 2013). Atua também na indução da frutificação, germinação de sementes, iniciação floral, partenocarpia e

determinação do sexo, bem como aumenta a hidrólise de reservas por meio da síntese de enzimas, como a α -amilase.

O ácido abscísico está envolvido na indução de estruturas dormentes e inibição do crescimento da parte aérea e seus efeitos são amplamente antagônicos aos de outros hormônios como a giberelina e auxina.

As citocininas são consideradas como fatores da divisão celular em muitas células vegetais quando cultivadas em meio de cultura que contenha uma auxina (BAZZAN, 2013; TAIZ; ZEIGER, 2011). Participam também na regulação de muitos processos vegetais, como a divisão celular, senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, germinação de sementes e a quebra da dormência de gemas.

Sugere-se que a citocinina estimula a mobilização de nutrientes, por criar uma forte relação fonte/dreno, que faz com que haja a concentração de nutrientes, em função de maior vascularização nessa região (GUARDIOLA *et al.*, 1993, TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como a inibição de sua saída das áreas tratadas (METIVIER, 1985).

Já os reguladores vegetais são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais para incrementar produção e melhorar a qualidade de culturas de interesse econômico (LACABUENDIA, 1989). Também podem ser definidos como substâncias sintéticas exógenas, similares aos grupos de hormônios vegetais, que quando aplicadas diretamente nas plantas podem alterar seus processos vitais e estruturais, e tem a finalidade de incrementar a produção, melhorar as qualidades fisiológicas e facilitar a colheita. Substâncias essas que agem modificando a morfologia e a fisiologia, podendo-se levar a alterações qualitativas e quantitativas na produção (SILVA, 2010).

São compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade (RADEMACHER, 2000).

Além dos compostos produzidos pelas plantas, existe no mercado reguladores vegetais sintéticos que apresentam efeito similar aos dos hormônios biossintetizados pelas plantas, e que aplicados em menores concentrações podem modificar seu desenvolvimento (TAIZ e ZEIGER, 2013). Substâncias sintéticas como o ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA), ácido 3,5,6-tricloro-2-piridil-oxiacético (3,5,6-TPA), ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), são reguladores vegetais sintéticos que apresentam propriedades químicas similares aos biossintetizados (TOMBOLATO; COSTA, 1998).

2.3 Thidiazuron

O thidiazuron (N-fenil-N'-1,2,3-tiadiazol-5-ilurea), uma feniluréia do mesmo grupo do forclorfenuron, é um regulador vegetal sintético que apresenta ação semelhante à citocinina (HENNY; FOOSHEE, 1991). Foi desenvolvido por uma empresa alemã - Schering AG (Berlim), e registrado como um herbicida desfolhante para a cultura algodoeiro (ARNDT *et al.*, 1976).

Mok *et al.* (1994) comprovou que o TDZ é mais ativo biologicamente em baixas concentrações que outras citocininas sintéticas como cinetina e benzilaminopurina, também é mais resistente às oxidases, além de ser mais estável.

Estudos mostram que o TDZ é reportado como uma citocinina que facilita a proliferação de múltiplos brotos em algumas culturas (GAIRI e RASHID, 2004; SRIVATANAKUL *et al.*, 2000), como o arroz (YOOKONGKAEW *et al.*, 2007), algumas espécies de feijão (MOHAMED *et al.*, 2006), cevada (SHARMA *et al.*, 2005) e trigo (SHAN *et al.*, 2000).

O TDZ tem sido utilizado na micropropagação clonal de plantas como: maçã, cereja, pêssigo, framboesa (CHVOJKA e RESLOVA, 1988) e *Phaseolus lunatus* (CAPELLE *et al.*, 1983). Também é utilizado na melhoria da qualidade de frutos de varias espécies como *Psidia arguta* (araçá) (KODJA *et al.*, 1998), *Fragaria vesca* L (morango) (SUTTER *et al.*, 1997), *Vitis rotundifolia* (videira) (SUDARSONO e GOLDY, 1991), apresentando excelentes resultados.

Há também trabalhos que comprovaram a eficiência do thidiazuron na quebra de dormência da macieira e pereira (ARAÚJO *et al.*, 1991; FRANCISCONI *et al.*, 1992), e eficiência no aumento do tamanho e pegamento dos frutos de maçãs, kiwis e uvas (PETRI *et al.*, 1992; REYNOLDS *et al.*, 1992).

Bassi (2019) trabalhando com a aplicação de TDZ na cultura do feijão “de inverno” encontrou resultados positivos para a cultivar BRS Estilo, com aumento de produtividade da cultura, recomendando 1,16 g ha⁻¹ do produto.

Vários autores reportam em seus trabalhos que o TDZ age como uma citocinina que facilita a proliferação de múltiplos brotos em algumas culturas (SRIVATANAKUL *et al.*, 2000, GAIRI ; RASHID, 2004), incluindo o arroz (YOOKONGKAEW *et al.*, 2007) e outras espécies como feijão (MOHAMED *et al.*, 2006), cevada (SHARMA *et al.*, 2005) e trigo (SHAN *et al.*, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido no período de outono-inverno do ano de 2020 em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria – MS. Anteriormente à instalação do experimento, foi coletada uma amostra de solo da área experimental e realizada a análise química de acordo com a metodologia proposta por Raij *et al.* (2001). Os resultados da análise da fertilidade do solo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 0,20 m. Selvíria - MS, 2020.

Ano	P _{resina} (mg dm ⁻³)	M.O (g dm ³)	pH (CaCl ₂)	K -----	Ca -----	Mg -----mmol _c dm ⁻³	H + Al -----	S.B.	CTC	V (%)
2020	25	18	5,0	0,7	19	16	31	36	67	54

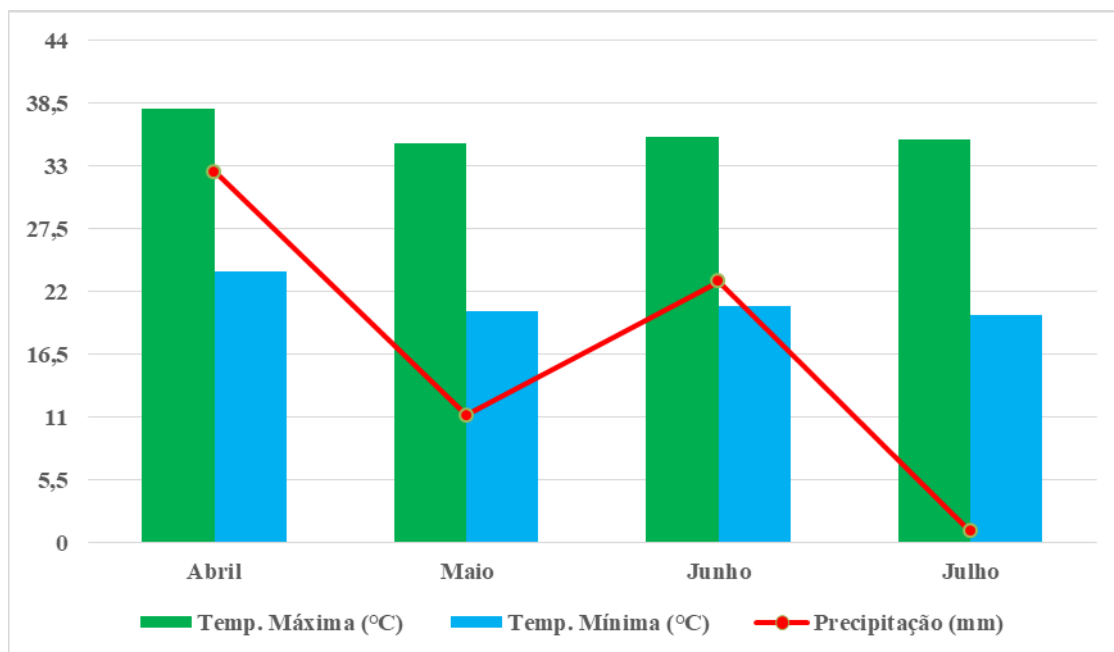
Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Tecido Vegetal (UNESP – Ilha Solteira).

A Fazenda de Pesquisa está situada a 20°20' de latitude Sul e 51°24' de longitude Oeste de Greenwich, com elevação aproximada de 335 metros. O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso (SANTOS *et al.*, 2018).

3.2 Dados climáticos

Segundo a classificação Köppen (1948), o clima é do tipo Aw apresentando temperatura anual máxima de 31 °C e mínima de 19 °C, com precipitação pluvial anual média de 1.313 mm (PORTUGAL *et al.*, 2015). Os dados referentes à precipitação pluvial e temperaturas mínima e máxima durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Valores médios diários de precipitação pluvial (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) coletadas durante a condução do experimento. Selvíria - MS, 2020.



Fonte: Canal Clima – Unesp – Ilha Solteira.

3.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições. As parcelas constituídas por 7 linhas com 6,0 m de comprimento e espaçadas a 0,45 m entre si. Os tratamentos constituídos pela combinação de 2 fatores: **F1 - aplicação de TDZ** (sem aplicação - testemunha; aplicação de 1,5 g ha⁻¹ de TDZ; aplicação de 1,5 g ha⁻¹ de TDZ + ureia foliar na concentração de 1%) e **F2- Momentos de aplicação** (aplicação por ocasião da primeira folha trifoliada (V3); aplicação no início de formação dos botões florais (R5); aplicação de ½ da dose em V3 e ½ da dose em R5. A dose de TDZ de 1,5 g ha⁻¹ p.c foi definida com base no trabalho de Bassi (2019), e a dose de ureia foi na concentração de 1% para facilitar a absorção.

3.4 Instalação e Condução do Experimento

A semeadura mecânica do feijão ocorreu diretamente sobre palhada de milho no dia 22 de abril de 2020. O cultivar utilizado foi o BRS Estilo, do grupo comercial carioca, que apresenta arquitetura de planta ereta, com hábito de crescimento indeterminado tipo II, adaptado à colheita mecânica direta, apresentando alto potencial produtivo que pode chegar a 4000 kg ha⁻¹, estabilidade de produção e resistência às principais doenças e ao acamamento (MELO *et al.*, 2009).

As sementes foram inoculadas com *Rhizobium tropici* (200 mL ha⁻¹) e tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (2 mL kg⁻¹ de sementes), visando o controle de insetos e fungos. A densidade de semeadura foi de 13,8 sementes m⁻¹, com espaçamento entrelinhas de 0,45m. A adubação mineral no sulco de semeadura foi constituída de 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. (N-P₂O₅-K₂O), calculada de acordo com os atributos químicos do solo, considerando a produtividade esperada de 2,5 a 3,5 t ha⁻¹ e levando-se em consideração as recomendações de Ambrosano *et al.* (1997).

A emergência das plântulas ocorreu no dia 28 de abril de 2020, 6 dias após a semeadura.

O fornecimento de água foi realizado por sistema de irrigação do tipo pivô central, com precipitação média de 13 mm e a irrigação realizada com turno de rega de 2 a 3 dias dependendo da fase de desenvolvimento da cultura.

O controle das plantas daninhas foi efetuado em pós emergentes com a aplicação dos herbicidas fenoxaprope-P-etílico (0,7 L ha⁻¹ do produto comercial) aos 7 dias após a emergência (DAE), para o controle de plantas daninhas de folhas estreitas, e o fomesafem (0,9 L ha⁻¹ do produto comercial) aos 14 DAE para o controle de plantas daninhas de folhas largas.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada no estágio V₄₋₄, aos 16 DAE, com aplicação de 60 kg ha⁻¹ N, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio (20% de N). Posteriormente foi aplicada uma lâmina de irrigação de aproximadamente 13 mm, com o intuito de solubilizar o fertilizante.

As aplicações do regulador vegetal thidiazuron foram realizadas na forma de jato dirigido, com pulverizador manual elétrico de pressão constante. A primeira aplicação ocorreu por ocasião do estágio V₃, no dia 14 de maio de 2020, aos 10 DAE, no período da tarde (entre 13:55 h e 14:35 h) e tempo nublado. A segunda aplicação ocorreu no dia 05 de junho de 2020, aos 32 DAE, por ocasião do estágio R₅, período da manhã (entre 10:00 h e 10:35 h) sob boas condições de aplicação.

Durante o período de desenvolvimento das plantas, a cada 10-12 dias foi aplicado um produto comercial (Brutal Plus) contendo 140 microrganismos benéficos, sendo 126 bactérias e 14 fungos. As aplicações foram realizadas sempre no final da tarde praticamente com ausência de raios solares. Assim, durante todo o ciclo foi realizada apenas uma pulverização para o controle de pragas e doenças, mais especificamente pra o controle de murcha-de-esclerotinia e de ácaro branco. A pulverização foi realizada aos 57 DAE com aplicação de mancozeb (3,0 kg ha⁻¹), bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (0,4 L ha⁻¹) e abamectina (0,4 L ha⁻¹).

A colheita do feijão foi efetuada manualmente e individualmente por unidade experimental, no dia 23 de julho de 2020, aos 81 DAE, colhendo-se duas linhas centrais de cada parcela. As parcelas ficaram expostas no sol para secar completamente. Foram colhidos separadamente 8 plantas de cada parcela para avaliação dos componentes de produção.

3.5 Avaliações de laboratório

3.5.1 Análise nutricional das folhas

Para avaliar os teores de macronutrientes das folhas do feijão foram coletados 20 trifólios das plantas, em cada parcela, no dia 10 de junho de 2020 onde a cultura se encontrava na fase de desenvolvimento R₆ (florescimento). Os trifólios foram secos em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 72 horas e posteriormente moídos em moinho tipo Wiley e encaminhadas ao laboratório para análises. Os teores de nutrientes no material vegetal foram determinados quimicamente através da digestão sulfúrica (determinação de nitrogênio) e nítrico-perclórica (determinação de fósforo e enxofre por colorimetria, potássio por fotometria de chama e cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica), seguindo a metodologia relatada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.5.2 Componentes de produção

3.5.2.1 População final de plantas

Por ocasião da colheita foi avaliado, em duas linhas, na área útil das parcelas, a contagem do número de plantas e transformado em plantas ha⁻¹. Para a determinação do: número de vagens por planta: determinado pela relação do número total de vagens/número de plantas; número médio de grãos por vagem: calculado pela relação do número total de grãos/número total de vagens; massa de 100 grãos: obtido da coleta ao acaso e pesagem de 2 amostras de 100 grãos por parcela, foram coletadas 8 plantas na área útil de cada parcela.

3.5.2.2 Produtividade de grãos

As plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, foram submetidas a trilha mecânica, os grãos pesados e os dados convertidos em kg ha⁻¹ (13 % base úmida).

3.5.2.3 Classificação dos grãos por peneiras

Para a determinação do tamanho dos grãos, seguiu-se a metodologia proposta por Carbonell *et al.* (2010), em que se avalia a proporção relativa de grãos em peneiras (PRPG). Uma quantidade de amostra de massa conhecida foi colocada em peneiras já organizadas de forma decrescente de tamanho do furo oblongo (da peneira de maior tamanho para a menor - 16, 15, 14, 13, 12 e 0 mm), e agitadas por um minuto. O percentual de grãos foi calculado por meio da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso da amostra total de cada repetição. O rendimento na peneira igual ou maior que 12 mm foi composta pelos grãos retidos nas peneiras com crivos oblongos de 12 mm a 16 mm.

3.5.3 Avaliação da Taxa Fotossintética em R6

Para determinação da resposta fotossintética das plantas, foram realizadas medidas de trocas gasosas, utilizando um analisador portátil, CIRAS-3 (Portable Photosynthesis System- PP Systems). As aferições foram feitas em folhas completamente expandidas e aparentemente saudáveis, na região central da lâmina foliar, do terço superior (folheto central apical) do feijoeiro, em estágio fenológico de R₆, entre as 09:00 e as 12:00 horas da manhã, registrando se três medições por parcela, cada medição em uma planta diferente, a intervalos de 10 a 15 s, obtendo-se a taxa fotossintética (A), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, como taxa líquida de trocas de CO₂ por unidade de área foliar.

3.5.4 Avaliações das qualidades fisiológicas de sementes

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, estas foram submetidas ao teste de germinação (teste padrão) e testes de vigor. Os testes de vigor empregados foram divididos em: testes fisiológicos (teste de germinação, classificação do vigor, comprimento de plântulas e massa seca em laboratório); testes de resistência (envelhecimento acelerado) e teste bioquímico (condutividade elétrica) (MCDONALD, 1975).

3.5.4.1 Teste de Germinação

Foi conduzido em quatro subamostras de 50 sementes de cada tratamento, em rolos de papel *germitest* mantidos a temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umedecidos com água deionizada, em que a quantidade de água foi determinada pelo n° de folhas x peso das folhas x 2,5 o peso do papel seco e levados a câmara de germinação. Aos cinco dias após a instalação do teste foi feita a classificação do vigor das plântulas em alto, médio e baixo vigor (SÁ *et al.*, 2011).

3.5.4.2 Comprimento de Plântula

Para o comprimento de plântula foram confeccionados rolos em papel *germitest* com duas repetições de 10 sementes que foram distribuídas sobre duas linhas no terço superior do papel. Os rolos confeccionados foram colocados em pé, inclinados com ângulo de 75°, dentro do germinador e mantidos a temperatura constante de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ por cinco dias. O comprimento médio de plântulas foi calculado dividindo-se a soma das medidas de cada repetição pelo número total de plântulas, e os resultados expressos em mm plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999). Após a avaliação do teste de comprimento de plântulas, raízes e parte aérea foram separados e levados a estufa de ventilação forçada por 48 horas para pesagem e obtenção da massa seca;

3.5.4.3 Massa da Matéria Seca de Plântula

Os cotilédones foram retirados e as raízes e parte aérea das plântulas foram secas em estufa de circulação de ar regulada a 65°C até atingir massa constante e pesadas em balança de precisão (0,001 g). A massa seca de plântulas foi obtida dividindo-se a massa total de plântulas de cada repetição pelo número de plântulas avaliadas e os resultados expressos em mg plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

3.5.4.4 Envelhecimento Acelerado

Foram separados quatro subamostras de 55 sementes para cada tratamento, conforme descrito por Marcos Filho *et al.* (2000), colocando-se 220 sementes sobre uma tela de inox ajustada dentro de uma caixa acrílica transparente, contendo no fundo 40 mL de água deionizada. O envelhecimento acelerado tradicional (EAT) foi conduzido a 41°C durante 48 horas; no procedimento com solução saturada de sal (EASS), as sementes permaneceram durante 72 horas no interior da câmara B.O.D, transcorrido esse período, as sementes foram utilizadas para a confecção dos rolinhos com papel *germitest* para o teste de comprimento de plântulas;

3.5.4.5 Condutividade Elétrica

Foi realizado segundo o método descrito por Marcos Filho (2005), utilizando quatro repetições de 25 sementes por tratamento, que foram pesadas e colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas durante 24 horas. Decorrido esse período, a condutividade da solução de embebição foi determinada com o uso do condutivímetro modelo CD-20, e o valor encontrado dividido pela massa da amostra (g) e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes;

3.6 Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados, primeiramente foi analisada a normalidade dos resíduos e a homocedasticidade dos dados. Após o diagnóstico, os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. Quando o valor de F foi significativo em nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de macronutrientes nas folhas

Os valores médios obtidos para os teores de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em g kg^{-1} em função do regulador vegetal TDZ e modos de aplicação, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de macronutrientes de feijão cv. BRS Estilo em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) (R) e modos de aplicação (M). Selvíria, MS, 2020.

Tratamentos	N (g kg^{-1})	P (g kg^{-1})	K (g kg^{-1})	Ca (g kg^{-1})	Mg (g kg^{-1})	S (g kg^{-1})
Regulador (R)						
Test	38,05b	2,69c	13,43c	5,40b	4,22	3,19
TDZ	42,90b	3,60b	16,08b	10,12a	3,61	3,08
TDZ + Ureia	43,83a	4,03a	19,84a	7,96ab	3,69	3,38
Modos de aplicação (M)						
V3 (100%)	41,74	3,32b	16,10	7,59	3,97	3,20
R5 (100%)	41,82	3,64a	15,84	7,85	3,71	3,19
V3 (50%) + R5 (50%)	41,22	3,36ab	17,40	8,05	3,83	3,27
Teste F						
R	31,264*	63,917*	26,922*	5,407*	1,435 ^{ns}	1,369 ^{ns}
M	0,340 ^{ns}	4,044*	1,809 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,229 ^{ns}	0,131 ^{ns}
R X M	1,426 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,277 ^{ns}	1,122 ^{ns}	0,074 ^{ns}	1,457 ^{ns}
CV (%)	4,62	8,60	13,07	44,92	24,72	13,95
Média Geral	41,59	3,44	16,45	7,83	3,84	3,22

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5 %. ^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; CV: coeficiente de variação. Fonte: Próprio Autor.

Para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, com efeito para aplicação do regulador thidiazuron, sendo esses nutrientes encontrados dentro dos níveis adequados de macronutrientes foliar recomendado para a cultura (IAC, 1997). Apesar dos teores de magnésio e enxofre não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos, eles também estão entre os níveis adequados, sendo 2,5 – 5,0 g kg^{-1} para Mg e 2,0 – 3,0 g kg^{-1} para S (RAIJ, 1997).

Pode-se notar também que os maiores teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro foram atingidos quando submetido a aplicação de TDZ+Ureia, exceto para o cálcio, que obteve maior teor foliar apenas com aplicação de TDZ. A aplicação da calda em mistura com fertilizantes, principalmente derivados de nitrogênio, aumenta a penetração e absorção de

soluções aquosas por promover a difusão facilitada (CARVALHO, 2013), face o exposto, tem-se que nesse caso, o melhor tratamento para o feijoeiro foi a aplicação de TDZ+Ureia, uma vez que a ureia auxiliou na penetração da calda, promovendo uma maior absorção dos macronutrientes.

Na aplicação do regulador, o único teor foliar que apresentou efeito significativo foi para o fósforo, mostrando que seu maior teor, de $3,64 \text{ g kg}^{-1}$ (foliar) pode ser obtido com aplicação de 100% da dose de TDZ no estágio fenológico do feijoeiro de R₅. No estágio fenológico de R₅ do feijoeiro, as plantas encontram-se próximo do início do florescimento, onde já estão todas desenvolvidas em tamanho, e quanto maior a massa de plantas menor o teor do nutriente presente nela, o que pode ser explicado pelo efeito de diluição presente no trabalho de Teixeira *et al.* (2007).

4.2 Componentes de produção e produtividade

A população final de plantas não apresentou efeitos significativos sob o regulador e modos de aplicação de TDZ no feijoeiro (Tabela 2), porém pode ser visto na Tabela 2 que, o número de plantas ha^{-1} foi reduzido, apresentando uma média geral de 222.992 plantas ha^{-1} . No sistema de plantio direto, em que a semeadura é realizada sobre resíduos na superfície solo, é necessário se atentar muito bem a fatores como época de semeadura, profundidade, densidade de plantio para que o estande final não seja reduzido.

Tabela 2. População final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, produtividade e peneiras ≥ 12 mm de feijão cv. BRS Estilo em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) (R) e modos de aplicação (M). Selvíria, MS, 2020.

Tratamentos	População final (plantas ha ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹ (N°)	Grãos vagem ⁻¹ (N°)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peneiras ≥ 12 mm (%)
Regulador (R)						
Test	221.063	9 b	4,54	27,00	2.508 c	92,36
TDZ	224.303	11a	4,71	27,14	2.762 b	92,70
TDZ + Ureia	223.609	11a	4,65	27,53	2.988a	92,90
Modos de aplicação (M)						
V3 (100%)	224.766	10	4,34b	27,19	2.679	91,31 b
R5 (100%)	221.989	11	4,75a	27,26	2.801	92,16b
V3 (50%) + R5 (50%)	222.220	11	4,81a	27,22	2.778	94,49a
Teste F						
R	0,072 ^{ns}	16,846**	0,781 ^{ns}	1,355 ^{ns}	20,243**	0,224 ^{ns}
M	0,059 ^{ns}	0,648 ^{ns}	6,778**	0,020 ^{ns}	1,489 ^{ns}	8,119*
R X M	0,675 ^{ns}	0,932 ^{ns}	1,867 ^{ns}	4,058*	1,024 ^{ns}	0,580 ^{ns}
CV (%)	9,88	10,70	7,30	3,03	6,71	2,16
Média Geral	222.992	11	4,63	27,22	2.752,66	92,65

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5 %. ^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; CV: coeficiente de variação. Fonte: Próprio Autor.

O número de vagens por planta apresentou efeito significativo apenas para a aplicação do regulador TDZ, tanto em aplicação única como a aplicação conjunta de TDZ+Ureia, obtendo 11 vagens planta⁻¹ para ambos os tratamentos. Bernardes *et al.*, (2010), em seu trabalho utilizando regulador de crescimento no tratamento de sementes e em aplicação foliar, em feijão cultivado em palhada de diferentes culturas antecessoras de cobertura, observou um ligeiro acréscimo no número de vagens.

Para o número de grãos por vagem, houve incrementos na produção em relação a aplicação do regulador vegetal, tendo apresentado melhores resultados para a aplicação parcelada de 50% da dose do TDZ no estágio fenológico do feijoeiro de V₃ e 50% da dose em R₅, bem como para a aplicação de 100% da dose em R₅, em que ambas as aplicações atingiram a produção de 5 grãos vagem⁻¹.

Tendo em vista que, vários são os efeitos do TDZ como regulador citocinínico, e entre eles está o retardamento da senescência foliar e consequentemente aumento de produtividade fotossintética das plantas, promove a mobilização de nutrientes para as regiões tratadas por formar uma nova relação fonte-dreno, melhorando a qualidade frutos, como morango e

videira (TAIZ; ZEIGER, 2013; GUARDIOLA *et al.*, 1993; SUTTER *et al.*, 1997; SUDARSONO; GOLDBY, 1991; VIEIRA *et al.*, 2008). Dessa forma, era esperado que a aplicação de TDZ como citocinina exógena incrementasse a quantidade de grãos vagem⁻¹.

Como se pode observar para massa de 100 grãos, houve efeito significativo para a interação do regulador TDZ e modos de aplicação. O desdobramento da interação está apresentado na Tabela 3 onde se observa que, para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, aplicação do regulador não sofreu efeito sobre os diferentes modos. Já para o desdobramento de TDZ+Ureia dentro dos modos de aplicação tem-se que a maior massa de 100 grãos foi obtida com o parcelamento das aplicações, e o mesmo acontece para o desdobramento de modos de aplicação dentro da aplicação de TDZ. Dessa forma, os dados mostraram que a maior massa de 100 grãos foi alcançada com a aplicação de TDZ+Ureia com o parcelamento da dose em V₃ e R₅, obtendo um peso de 28,55g, uma vez que a aplicação de TDZ+Ureia auxilia na maior absorção dos macronutrientes pela planta, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa entre aplicação do regulador Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para massa de 100 grãos. Selvíria, MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
Testemunha	27,55Aa	27,12Aa	26,32Ba
TDZ	26,95Aa	27,68Aa	26,79Ba
TDZ + Uréia	27,08Aa	26,97Aa	28,55Ab

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

A produtividade do feijão foi influenciada somente pela aplicação do TDZ, em que a aplicação do regulador vegetal aumentou a produtividade do feijoeiro em relação a testemunha, porém a aplicação de TDZ+Ureia aumentou ainda mais essa produtividade, produzindo 2.988 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Esse aumento de produtividade na aplicação de TDZ+Ureia pode ser explicado novamente pelo fato do auxílio da ureia na maior penetração da calda, e consequentemente maior mobilização de macronutrientes como visto na Tabela 1.

Na literatura são relatados diversos benefícios proporcionados pela aplicação de thidiazuron em diversas culturas, como o trabalho de Alves *et al.*, (2015) em que a aplicação de TDZ proporcionou aumento de produtividade em arroz de terras altas, ou como o trabalho de Vieira *et al.*, (2016) que relatou acréscimo de produtividade na cultura da macieira. Já Kodja *et al.*, (1998), Sutter *et al.*, (1997) e Sudarsono e Goldy (1991), relataram melhorias na

qualidade de frutos de várias espécies como *Psidia arguta* (araçá), *Fragaria vesca* L. (morango) e *Vitis rotundifolia* (videira), respectivamente, apresentando excelentes resultados após a aplicação do regulador vegetal. Contudo, ainda são muito escasso trabalhos com a aplicação de reguladores vegetais do grupo das citocininas, mais especificamente o thidiazuron, em feijão.

Também Cobucci *et al.* (2005), ao realizarem um experimento no cultivo de inverno, no sistema plantio direto em área irrigada sobre a palhada de milho, utilizando sementes do cultivar Pérola, tratadas com micronutrientes Co e Mo e o regulador vegetal Stimulate nas doses de 0,15 e 0,25 L/50 kg de sementes, respectivamente, e da aplicação via foliar do Stimulate na dose de 0,25 L ha⁻¹ em dois estádios fenológicos (V₄ e R₅), constataram que houve aumento significativo sobre a produtividade do feijoeiro apenas quando o produto foi aplicado em R₅.

Para o teste de peneiras foi observada influencia significativa da aplicação do regulador vegetal sobre os modos de aplicação do TDZ no feijoeiro, onde os grãos das peneiras de crivo ≥ 12 mm representaram rendimento de 94,49% quando empregado o parcelamento da dose, com aplicação de 50% da dose em V₃ + 50% da dose em R₅ (Tabela 2). Segundo Carbonell *et al.*, (2010), cultivares de feijão que apresentaram RP ≥ 12 acima de 70%, são cultivares que possuem grãos graúdos e com maior retorno financeiro.

4.3 Taxa de fotossíntese

Na Tabela 4 é apresentada a taxa de fotossíntese do feijoeiro, e nela pode se notar que houve efeito significativo para a interação da aplicação do regulador vegetal TDZ e modos de aplicação.

Tabela 4. Taxa de fotossíntese do feijoeiro cv. BRS Estilo em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) (R) e modos de aplicação (M). Selvíria ,MS, 2020.

Tratamentos	Taxa de Fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Regulador (R)	
TEST	15,47 ^c
TDZ	22,73 ^b
TDZ + UREIA	25,29 ^a
Modos de aplicação (M)	
V3 (100%)	21,93
R5 (100%)	20,80
V3 (50%) + R5 (50%)	20,76
Test F	
R	182,107 ^{**}
M	3,137 ^{ns}
R X M	3,930 [*]
CV (%)	6,18
Média Geral	21,16

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5 %. ^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; CV: coeficiente de variação. Fonte: Próprio Autor.

O desdobramento da interação está apresentado na Tabela 5 onde se observa que, para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, a aplicação sofreu efeito sobre os diferentes modos, mostrando que a maior taxa fotossintética, de 26,65 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ foi obtida na aplicação única de TDZ+Ureia em V₃, e o mesmo acontece para aplicação de TDZ+Ureia em R₅, em que suas médias não diferem estatisticamente.

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa entre aplicação do regulador Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para taxa de fotossíntese. Selvíria ,MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
TEST	15,80Ca	15,30Ca	15,31Ba
TDZ	23,35Bab	21,24Ba	23,60Ab
TDZ + UREIA	26,65Aa	25,85Aa	23,37Ab

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

Isso acontece porque em V₃ a planta passa a depender diretamente dos nutrientes extraídos do solo (início da FBN), e a aplicação em conjunto de TDZ+Ureia funciona como um estímulo e complemento para absorção dos nutrientes, onde o TDZ tem ação de estímulo

hormonal e a ureia funciona como complemento nutricional, além auxiliar na penetração da calda para maior e melhor absorção do TDZ.

Outros fatores que influenciam a taxa fotossintética são os fatores abióticos como luz, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes. Jadoski *et al.* (2005), afirma que o aumento na taxa de assimilação de CO₂ está relacionado à maior concentração de CO₂ constatada no interior das folhas, o que pode decorrer do fechamento estomático, em resposta aos estresses abióticos.

4.4 Qualidade fisiológica das sementes

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios obtidos para os testes de germinação, classificação do vigor (alto e médio), comprimento de plântulas e matéria seca de plântulas de feijoeiro em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação.

Tabela 6. Germinação, classificação do vigor (alto e médio vigor), comprimento de plântulas e matéria seca (MS) de plântulas de feijão cv. BRS Estilo em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) (R) e modos de aplicação (M). Selvíria, MS, 2020.

Tratamentos	Germinação (%)	Classificação do Vigor		Comprimento Plântulas (cm)	MS (mg plan- ta ⁻¹)
		Alto (%)	Médio (%)		
Regulador (R)					
TEST	100	51,00a	49,00b	12,10c	60,61a
TDZ	99,50	52,94a	47,06b	14,29b	57,30b
TDZ + UREIA	99,33	44,91b	55,09a	15,67a	58,86ab
Modos de aplicação (M)					
V3 (100%)	99,66	49,17ab	50,82a	13,60b	56,25b
R5 (100%)	99,66	54,84a	45,15b	14,78a	59,89a
V3 (50%) + R5 (50%)	100	44,83b	55,16a	13,67b	60,64a
Test F					
R	2,100 ^{ns}	8,457**	8,457**	33,787**	4,877*
M	1,200 ^{ns}	12,136**	12,136**	4,534*	9,764**
R X M	1,200 ^{ns}	3,239*	3,239*	6,138**	9,572**
CV (%)	0,61	10,06	9,90	7,65	4,42
Média Geral	99,77	49,61	50,38	14,02	58,92

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5 %. ^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; CV: coeficiente de variação. Fonte: Próprio Autor.

Verifica se que a aplicação do regulador vegetal TDZ sob os modos de aplicação não influenciou significativamente no resultado do teste de germinação, mostrando que a aplicação do hormônio na cultura não interfere na qualidade fisiológica das sementes para estas variáveis analisadas. Porém, o teste de germinação apresentou uma porcentagem altíssima de germinação para todos os tratamentos, sendo eles maiores ou iguais a 99% de germinação, demonstrando assim a grande aptidão das sementes produzir plantas normais sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009).

Já para os testes de classificação de vigor, tanto para o alto como o médio vigor, comprimento de plântulas e matéria seca foram observadas diferenças significativas para a interação da aplicação do regulador vegetal TDZ e modos de aplicação.

Na tabela 7 é apresentado o desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador vegetal e modos de aplicação para o alto vigor de sementes. Para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, a aplicação do regulador sofreu efeito sobre os diferentes modos, mostrando que o maior vigor de sementes foi obtido na aplicação de 100% da dose de TDZ no estádio de R₅.

Tabela 7. Desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para alto vigor de sementes . Selvíria ,MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
TEST	51,00Aa	51,00Aa	51,00Aa
TDZ	52,01Aab	59,79ABb	47,00Ba
TDZ + UREIA	44,50Ba	53,72Ab	36,50Ca

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

O desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador vegetal e modos de aplicação para o médio vigor de sementes está apresentado na tabela 8. Para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, a aplicação do regulador sofreu efeito sobre os diferentes modos, mostrando que o maior vigor de sementes foi obtido na aplicação em conjunto de TDZ+Ureia com o parcelamento de 50% da dose em V₃ e 50% da dose em R₅.

Tabela 8. Desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para médio vigor de sementes . Selvíria ,MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
TEST	49,00Aa	49,00Aa	49,00Ba
TDZ	47,98Aab	40,20Aa	53,00Bb
TDZ + UREIA	55,50Ab	46,27ABa	63,50Ab

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

Para Vieira *et al.*, (1996) os resultados de vigor em sementes de feijão, relativos ao teste de condutividade elétrica, são influenciados de forma significativa pelo genótipo/cultivar. Outro fator que pode influenciar nos índices de vigor e germinação é a disponibilidade de P, pois o mesmo possibilita um maior acúmulo de reservas que são utilizadas durante todo o processo de germinação e até, no desenvolvimento da plântula (HALL e HODGES, 1966). Correlacionando com os teores de P foliar apresentados na tabela 1, tem se que a aplicação de TDZ+Ureia propicia um acúmulo do nutriente na folha, que posteriormente será translocado para as sementes.

Na tabela 9 é apresentado o desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador vegetal e modos de aplicação para comprimento de plântulas. Para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, a aplicação do regulador sofreu efeito sobre os diferentes modos, mostrando que o maior comprimento foi obtido na aplicação de 100% da dose de TDZ+Ureia no estágio de R₅.

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para comprimento de plântulas. Selvíria ,MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
TEST	11,85Ba	11,85Ca	12,60Aa
TDZ	14,56Aa	14,36Ba	13,96Aa
TDZ + UREIA	14,41Ab	18,13Aa	14,46Ab

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

O desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador vegetal e modos de aplicação para o matéria seca de plântulas está apresentado na tabela 10. Para o desdobramento da aplicação de TDZ dentro dos modos de aplicação, a aplicação do regulador sofreu efeito sobre os diferentes modos, mostrando que o maior teor de matéria seca foi obtido na aplicação em conjunto de TDZ+Ureia com 100% da dose de TDZ em R₅.

Tabela 10. Desdobramento da interação significativa entre a aplicação do regulador Thidiazuron (TDZ) e modos de aplicação para matéria seca (MS) de plântulas. Selvíria, MS, 2020.

Aplicação	Modos		
	V ₃ (100%)	R ₅ (100%)	V ₃ (50%) + R ₅ (50%)
TEST	60,61Aa	60,61ABa	60,61Aa
TDZ	57,24Aa	56,20Ba	58,45Aa
TDZ + UREIA	50,89Bb	62,85Aa	62,85Aa

Médias seguidas das mesmas letras minúscula para linhas e maiúsculas para colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. Fonte: Próprio Autor.

Nakagawa (1999), diz que a massa da matéria seca da plântula parte do mesmo princípio que o comprimento médio de plântulas, avaliando a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. As sementes que apresentarem maiores massas de matéria seca de plântulas são consideradas mais vigorosas. Segundo Amaro *et al.*, (2015), a massa seca de plântulas é o teste mais eficiente para avaliar a qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes de feijão.

Os valores médios obtidos para os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica estão apresentados na tabela 11. Nela podemos notar que não houve efeito significativo para a interação da aplicação do regulador vegetal TDZ e modos de aplicação

Tabela 11. Envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica de plântulas de feijão cv. BRS Estilo em função do regulador vegetal Thidiazuron (TDZ) (R) e modos de aplicação (M). Selvíria, MS, 2020.

Tratamentos	Teste de Resistência	Teste Bioquímico
	EA (%)	CE ($\mu\text{s g}^{-1}$)
Regulador (R)		
TEST	92,50	155,02
TDZ	96	149,34
TDZ + UREIA	94,20	149,62
Modos de aplicação (M)		
V3 (100%)	95	150,30
R5 (100%)	93,66	149,84
V3 (50%) + R5 (50%)	94,04	153,84
Test F		
R	2,539 ^{ns}	2,904 ^{ns}
M	0,392 ^{ns}	1,362 ^{ns}
R X M	0,917 ^{ns}	1,113 ^{ns}
CV (%)	4,04	4,30
Média Geral	94,23	151,33

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5 %. ^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; CV: coeficiente de variação. Fonte: Próprio Autor.

O teste de envelhecimento acelerado tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda acentuada de sua viabilidade, após serem submetidas ao envelhecimento acelerado (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS FILHO, 1999). Segundo Gonzales *et al.*, (2009), baixos valores de condutividade elétrica são relacionados com sementes de maior qualidade fisiológica, pois sugere-se uma maior integridade da membrana celular.

5. CONCLUSÕES

1. A utilização do thidiazuron em feijoeiro de outono-inverno apresentou incrementos nos teores de macronutrientes, nos componentes de produção e produtividade bem como na qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando a aplicação ocorreu com a mistura de TDZ+Ureia.
2. Para os componentes de produção e produtividade, os melhores resultados de número de vagens, massa de 100 grãos e produtividade foram alcançados com a aplicação em conjunta do regulador vegetal TDZ+Ureia, com o parcelando da dose de 50% em V₃ e 50% em R₅.
3. A taxa de fotossíntese apresentou efeito significativo sobre a aplicação de 100% da dose de TDZ+Ureia em V₃ ou R₅. Já a qualidade fisiológica das sementes foi influenciada pela aplicação de TDZ+Ureia, tanto com aplicação de 100% da dose ou com o seu parcelamento nos estádios fenológicos de V₃ e R₅.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Â. F. B. Introdução e Importância Econômica. In: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- ALVES, C.J., ARF, O., GARCIA, N.F.S., GALINDO, F.S., GALASSI, A.D. Thidiazuron aumenta a produtividade em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n.3, p. 333-339, 2015.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B. R. A.; CANGUS-SÚ, L. V. S.; OLIVEIRA, M. B.; Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, p. 383-389, 2015,
- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Â. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação- IAC, 1997. p. 194-195.
- ARAÚJO, M. M.; FORTES, G. R.; SANTOS FILHO, B. G. Thidiazuron – uma alternativa para superar a dormência de gemas de macieira (*Malus domestica* Borkh). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n.3, p. 249-253, 1991.
- ARNDT, F. R.; RUSCH, R.; STILFRIED, H. V. *et al.* A new cotton defoliant. **Plant Physiology**, Washington, v. 57, p. 99. 1976.
- BASSI, M. H. M. **Efeito do Thidiazuron na cultura do feijão “de inverno” irrigado na região de cerrado de baixa altitude**. 2019. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2019.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. (Eds.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p.
- BAREM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.) **Feijão**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 13-18.
- BAZZAN, R. D. **Efeito de bioestimulantes no rendimento de grãos na cultura do trigo (*Triticum aestivum*)**. 2014. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – UNIJUÍ/DEAg, Ijuí, 2013.
- BERNARDES, T. G., SILVEIRA, P. M., MESQUITA, M. A. M. Produtividade Do Feijoeiro Irrigado Devido A Reguladores de Crescimento E Culturas Antecessoras De Cobertura. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar CD 214 RR**. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ITFPRA/PPGA, Pato Branco, 2010.

CAPELLE, S. C., MOK, D. W. S., KIRCHNER, S. C., et al. Effects of thidiazuron on cytokinin autonomy and the metabolism of N⁶ (Delta² -isopentenyl) [8-¹⁴C] adenosine in callus tissue of *Phaseolus lunatus* L. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 73, p. 796-802, 1983.

CARBONELL, S. A. M. *et al.* Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.

CARVALHO, J. C.; VIECELLI, C. A.; ALMEIDA, D. K. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 50-60, 2013.

CHVOJKA, L., RESLOVA, J. High N-phenyl -N-1-2-3- Thidiazol-5-Ylurea activity in regulated organogenesis of garden plants. Horticultural Abstracts. **Farnham Royal**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 82, 1988.

COBUCCI, T.; CURUCK, F. J.; SILVA, J. G. da. **Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos**. Goiânia: CONAFE, 2005. p.1078-1081.

CAMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **2º Levantamento - Safra 2022/23**. Brasil – Safras 2021/22 e 2022/23. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 17 nov. 2022.

DEL, P. M. J.; MELO, L. C. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2005. 131 p.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 427-452, 1973.

FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 11 mai. 2020.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JUNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. 300 p.

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

FRANCISCONI, A. H. D.; BARRADAS, C. I. N.; MARODIN, G. A. B.; SEIBERT, E. Efeito de óleo mineral, cianamida hidrogenada e thidiazuron na quebra de dormência e produção da pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packam's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n.1, p.161-166, 1992.

GAIRI, A.; RASHID, A. TDZ-induced somatic embryogenesis in non-responsive caryopses of rice using a short treatment with 2,4-D. **Plant Cellular Tissue and Organ Culture**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 29-33, 2004.

GONÇALVES, J. G. R.; CHIORATO, A. F.; MORAIS, L. K.; PERINA, E. F.; FARIAS, F. L.; CARBONELL, S. A. M. Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 922-931, 2010.

GONZALES J. L. S.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (chodat) burkart. fabaceae-mimosoideae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

GUARDIOLA, J. L.; BARRES, M. T.; ALBERT, C.; GARCIA-LUIS, A. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in Citrus unshiu. **Annals of Botany**, London, v. 71, n. 2, p. 169-172, 1993.

HALL, J.R.; HODGES, T.K. Phosphorus metabolism of germinating oat seeds. **Plant Physiology**, v. 41, p. 1459-1464, 1966.

HENNY, R. J.; FOOSHEE, W. C. **Treatment of syngonium 'Maya Red' with thidiazuron in attempt to induce basal branching**. CFREC-Apopka research report. University of Florida: IFAS, Central Florida Research and Education Center-Apopka, 1991. 2 p.

HUNGRIA, M.; KASCHUK, G. Regulation of N₂ fixation and NO₃⁻/NH₄⁺ assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high. **Environmental and Experimental Botany**, Oulu, v. 98, p. 32-39, 2014.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

KODJA, H.; GOVINDE, S. J.; GURIB, F. A.; ROBENE, S. I.; HUMEAU, L.; FIGIER, J. Micropropagation of *Psidia arguta* through cotyledonary axillary bud culture. **Plant Growth Regulation**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 75-80, 1998.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479 p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Tamanho da semente e teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.3, p. 473- 482, 2000.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.

MCDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proc. Association Official Seed Analysts**. [s.l.:s.n.], 1975. n. 65, p.109-139.

MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; CABRERA DIAZ, J. L.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A.; CARVALHO, H. W. L. de; COSTA, A. F. da; ALMEIDA, V. M. de; MELO, C. L. P. de; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FARIA, J. C. de; SOUZA, J. F.; MARANGON, M. A.; CARGNIN, A.; ABREU, Â. de F. B.; MOREIRA, J. A. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI, R. P. V.; MAGALDI, M. C. de S. **BRS Estilo**: cultivar de grão tipo comercial carioca, com arquitetura de planta ereta associada com alto potencial produtivo. Comunicado Técnico 186, Santo Antônio de Goiás, GO, 2009. 4p.

METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 93-128.

MOHAMED, S. V.; SUNG, J. M.; JENG, T. L.; WANG, C. S. Organogenesis of *Phaseolus angularis* L.: High efficiency of adventitious shoot regeneration from etiolated seedlings in the presence of N6-benzylaminopurine and thidiazuron. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 86, n. 2, p. 187-199, 2006.

MOK, M. C. Cytokinin and plant development: an overview. In: MOK, D. W. S.; MOK, M. C. (ed.). **Cytokinins: chemistry, activity and function**. Boca Raton: CRC, 1994. p. 155-166.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho de plântulas. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, ABRATES, p. 2-1 a 2.24, 1999.

PETRI, J.L.; ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Efeitos do thidiazuron no tamanho e desenvolvimento dos frutos da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 127-134, 1992.

PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F. Aspectos climáticos no feijoeiro. In: ARF O.; LEMOS L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (ed.) **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.** Botucatu: FEPAF, 2015. Cap.4, p.65 75.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RAIJ, B. van. **Boletim Técnico 100**: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A.; ZUROWSKI, C.; LOONEY, N. E. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 1, p. 85-89, 1992.

- SÁ, M. E.; OLIVEIRA, S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de Produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. São Paulo: Cultura Acadêmica, v.1. 2011. 112 p.
- SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAUJO, J. C. F., OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SHAN, X. Y.; LI, D. S.; QU, R. D. Thidiazuron promotes in vitro regeneration of wheat and barley. **Vitro Cellular Development Biology Plant**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 207-210, 2000.
- SHARMA, V. K.; HANSCH, R.; MENDEL, R. R.; SCHULZE, A. J. Influence of picloram and thidiazuron on high frequency plant regeneration in elite cultivars of wheat with long-term retention of morphogenecity using meristematic shoot segments. **Plant Breeding**, [s. l.], v. 124, n. 3, p. 242-246, 2005.
- SILVA, M. A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa & Tecnologia**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 1-4, 2010.
- SRIVATANAKUL, M.; PARK, S.; SANDERS, J.; SALAS, M.; SMITH, R. Multiple shoot regeneration of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) from a shoot apex culture system. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 19, n. 12, p. 1165-1170, 2000.
- SUDARSONO; GOLDBY, R. G. Growth regulator and axillary bud position effects on *in vitro* establishment of *Vitis rotundifolia*. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 3, p. 304–307, 1991.
- SUTTER, E. G.; AHMADI, H.; LABAVITCH, J. M. Direct regeneration of strawberry from leaf disks. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 447, p. :243-246, 1997.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011, 690 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional-estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 1, n. 29, p.153-160, fev. 2007.
- TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. M. M. (eds.) **Micropropagação de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 72 p. (Boletim Técnico, 174).
- VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.
- VIEIRA, C. R. Y. I.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; BOTELHO, R. V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva „niagara rosada“. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2008.

VIEIRA, V. L. S. *et al.* Efeito de Thidiazuron na frutificação da macieira „Daiane“ em condições adversas a polinização. **Eletr. Cient. Uergs**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 241-247, dez. 2016.

YOOKONGKAEW, N.; SRIVATANAKUL, M.; NARANGAJAVANA, J. Development of genotypeindependent regeneration system for transformation of rice (*Oryza sativa* ssp. indica). **Journal of Plant Research**, Tokyo, v. 120, n. 2, p. 237-245, 2007.

APÊNDICE A – FOTOS DO EXPERIMENTO

Figura 1 – Semeadura de feijão em área de SPD consolidado. Selvíria – MS, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 – Feijão aos 7 DAE em área de SPD. Selvíria – MS, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 – Feijão aos 27 DAE em área de SPD. Selvíria – MS, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 – Análise da taxa de fotossíntese no feijão aos 50 DAE em área de SPD. Selvíria – MS, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5 – Colheita do feijão aos 87 DAE em área de SPD. Selvíria – MS, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Classificação do vigor de sementes de feijão. Ilha Solteira – SP, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Teste de envelhecimento acelerado de sementes de feijão. Ilha Solteira – SP, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 – Teste de germinação de sementes de feijão. Ilha Solteira – SP, 2020.



Fonte: Próprio autor.