

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias

Gustavo da Silva Alves

SELADOR DE VAGEM NA REDUÇÃO DA DEISCÊNCIA DO FEIJOEIRO

Unai

2024

Gustavo da Silva Alves

SELADOR DE VAGEM NA REDUÇÃO DA DEISCÊNCIA DO FEIJOEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Oliveira Batista

**Unai
2024**

Gustavo da Silva Alves

SELADOR DE VAGEM NA REDUÇÃO DA DEISCÊNCIA DO FEIJOEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Oliveira Batista

Data de aprovação 10/07/2024

Prof^a. Dra. Renata Oliveira Batista
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Paulo Sérgio Cardoso Batista
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Eng. Agrônomo Caique Silva Alves

Unai

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os agricultores e pesquisadores que, com dedicação incansável, contribuem diariamente para o avanço e a sustentabilidade da agricultura brasileira.

À minha família e amigos, pelo amor, apoio incondicional e compreensão ao longo desta jornada acadêmica.

Aos meus orientadores e professores, pelo conhecimento compartilhado e pela orientação fundamental que tornaram este trabalho possível.

Que este estudo possa contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento contínuo do cultivo do feijão, promovendo assim a segurança alimentar e o progresso socioeconômico em nosso país.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois sem Ele seria impossível a realização deste trabalho.

Agradeço a minha mãe Célia e meu pai Noé por me incentivar em meus sonhos e torná-los possíveis.

Aos meus amigos e companheiros de república, meus sinceros agradecimentos por todo apoio durante esta caminhada.

Agradeço à minha orientadora Renata Oliveira Batista, pela orientação dedicada, paciência e ensinamentos valiosos ao longo deste processo. Suas *insights* e orientações foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Feijoeiro do Noroeste de Minas Gerais (GEFENM) pelo compartilhamento de ideias e pela colaboração em diversas etapas deste estudo.

Por fim, expresso minha gratidão aos financiadores que tornaram possível a realização deste projeto.

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família Fabaceae e tem a finalidade principal de consumo humano direto. Dentre os fatores que reduzem a produtividade destacamos problemas relacionados à colheita como plantas prostadas, baixa inserção da primeira vagem, maquinário não adaptado à cultura e deiscência. A deiscência é a dispersão natural de sementes para perpetuação da espécie, que pode, em campos de produção, ocasionar perdas significativas durante a pré-colheita e colheita. Polímeros sintéticos conhecidos como “seladores de vagem” têm sido utilizados para reduzir a deiscência do feijoeiro de modo a reduzir as perdas pré-colheita na cultura e acarretar maior produtividade e lucros para o produtor. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a deiscência do feijoeiro com o uso de polímeros sintéticos na safra de inverno de 2023. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Santa Paula (FESP), que pertence ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus de Unaí, MG. Foram avaliadas as características arquitetura de planta (ARQ), peso de 1000 sementes (PMS), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), produtividade de grãos (PROD), altura e deiscência. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, em um esquema fatorial 2 x 5 (com e sem aplicação de Pod-stick e cinco genótipos de feijão). Cada parcela consistiu em 4 linhas de 2 metros, espaçadas por 0,5 metros. Os dados foram analisados por meio de análise de variância usando o teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 1% de probabilidade. O uso do selador de vagem proporcionou diferença na deiscência do feijoeiro sendo uma importante tecnologia na redução das perdas pré-colheita e deiscência natural independente da cultivar.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Perdas pré-colheita. Abertura de vagens. Polímeros sintéticos. Leguminosas. *Pod-stick*.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) belongs to the Fabaceae family and is primarily intended for direct human consumption. Among the factors that reduce productivity are issues related to harvesting, such as prostrate plants, low pod insertion, machinery not adapted to the crop, and dehiscence. Dehiscence is the natural dispersal of seeds for species perpetuation, which can lead to significant losses during pre-harvest and harvest in production fields. Synthetic polymers known as "pod sealers" have been used to reduce bean dehiscence, thereby minimizing pre-harvest losses and increasing productivity and profits for the producer. Therefore, this study aimed to evaluate the dehiscence of beans with the use of synthetic polymers during the winter harvest of 2023. The experiment was conducted at the Santa Paula Experimental Farm (FESP), which belongs to the Institute of Agricultural Sciences (ICA) of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM), Campus Unaí, MG. The evaluated characteristics included plant architecture (ARQ), weight of 1000 seeds (PMS), number of pods per plant (NVP), number of grains per pod (NGV), grain yield (PROD), height, and dehiscence. The experiment was carried out in a randomized block design (RBD) with four replications, in a 2 x 5 factorial scheme (with and without Pod-stick application and five bean genotypes). Each plot consisted of 4 rows of 2 meters, spaced 0.5 meters apart. Data were analyzed using analysis of variance with the F-test, and means were compared using the Tukey test at 1% probability. The use of the pod sealer showed a significant effect on bean dehiscence, being an important technology in reducing pre-harvest losses and natural dehiscence regardless of the cultivar.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Pre-harvest losses. Pod shattering. Synthetic polymers. leguminous plants. Pod-stick

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencente à família Fabaceae e ao gênero *Phaseolus* tem como utilização principal o consumo humano. Com origem americana, a espécie é cultivada em diversos países como Índia, Mianmar, Brasil, EUA, México, Tanzânia, China e outros (EILERT *et al.*, 2015).

O feijão é um dos alimentos mais comumente encontrado na rotina da população brasileira e de países sul-americanos. Apresenta grande importância econômica devido ao elevado teor proteico e energético de baixo custo tornando-se acessível à população de baixa renda. Sua produção ainda é abaixo da demanda devido aos riscos climáticos atados à cultura que dificulta a adoção e manejo dos agricultores em todo o país (FERREIRA; JUNIOR, 2021).

No Brasil, o feijão está entre as culturas mais expressivas com uma produção de 3,06 milhões de toneladas para a safra 2022/2023, colocando o país em quarto lugar no ranking mundial. A maior parte do produto é destinado ao mercado interno sendo a maior produção concentrada no estado do Paraná com 534 mil toneladas (CONAB, 2023).

No estado de Minas Gerais, que ocupa a vice-liderança em produção com 536.826 toneladas (CONAB, 2023), se destaca a região Noroeste que detém a maior produção do estado. Nesta região os municípios com produção mais relevante são Paracatu com produção de 57.635 toneladas, seguido de Unaí com 54.472 toneladas e Guarda-Mor com 21.078 (IBGE, 2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina que os grãos da espécie do feijoeiro sejam diferenciados em grupos conforme o tamanho do grão e cor do tegumento tendo como grupos comerciais: carioca, preto, mulatinho, vermelho, roxo, manteigão e rosinha (BORÉM; CARNEIRO, 2015). O feijão carioca apresenta cor de fundo creme e rajas marrom e se destaca como preferência nacional com 70% do consumo brasileiro (PEREIRA *et al.*, 2019).

A cultura do feijão apresenta ciclo curto sendo, portanto, um benefício para o produtor que pode ajustar a janela de plantio sem prejudicar a produção de outras culturas de interesse. No Brasil o feijão é plantado principalmente três safras, desta forma possibilitando o fornecimento do grão ao longo de todo ano (CONAB, 2021).

A primeira safra, também chamada de “safra das águas”, com janela de semeadura entre agosto e dezembro com principal destaque para a região sul. A segunda safra, “safra da seca”, tem sua janela entre janeiro e abril enquanto a terceira safra, “safra de inverno” é semeada

entre maio e julho com grande ocorrência nas regiões Sudeste, Sul e centro-Oeste (CONAB, 2023).

O feijão apresenta potencial genético para atingir 5.000 kg ha⁻¹, porém, no Brasil a média da produtividade do feijoeiro é considerada baixa, girando em torno de 900 kg ha⁻¹. Valores de produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ são facilmente alcançadas por produtores com alto nível tecnológico e investimento (BORÉM; CARNEIRO, 2015). Essa baixa produtividade média nacional é atribuída a vários fatores como: predominância de produtores com baixo nível tecnológico, má distribuição de chuvas, suscetibilidade das cultivares disponíveis a doenças e pragas e dificuldade na colheita mecanizada (LIMA *et al.*, 2020; NUNES *et al.*, 2017).

A colheita do feijoeiro pode ser manual onde todas as operações da colheita como o arranquio, o recolhimento e a trilha das plantas são 100% manuais; semimecanizada de maneira que o arranquio e o enleiramento são feitos de forma manual e a trilha com uso de máquinas geralmente estacionárias. Entretanto, o tipo mais adotado é a colheita mecanizada, onde todos os processos são feitos por máquinas podendo ser de forma direta, em que se tem tudo em apenas uma operação e uma máquina e o indireto onde se divide em duas ou mais etapas com duas máquinas com funções distintas (SILVA *et al.*, 2008).

Um dos aspectos cruciais para a colheita do feijoeiro é a umidade dos grãos, uma vez que está pontualmente ligado aos processos de deterioração e qualidade fisiológica da semente (SILVA *et al.*, 2008). A trilha, que consiste no processo de debulha das vagens deve preferencialmente ser realizada com umidade entre 15 e 18%; acima dessa umidade a debulha é dificultada por provocar amassamento dos grãos e abaixo de 15% pode provocar rachadura, quebra, maior deiscência e assim menor qualidade dos grãos (SILVA *et al.*, 2005). Todavia, em consequência de problemas que a cultura apresenta como plantas prostadas, baixa inserção da primeira vagem, além de maquinário não adequado e adaptado à cultura, o processo de colheita pode provocar perdas que inviabiliza o uso de colhedoras (SILVA *et al.*, 2013).

A deiscência é a maneira de dispersão de sementes sendo crucial para perpetuação da espécie, contudo essa mesma característica pode ocasionar perdas significativas durante a pré-colheita e colheita (FUNATSUKI *et al.*, 2014; HA *et al.*, 2021). Alguns autores citam que umidades elevadas tendem a uma menor deiscência, a importância de uma colheita com umidade ideal a fim de evitar perdas (SOUZA *et al.*, 2001).

Devido aos fatos apresentados tem se buscado melhorar essa deiscência com o uso de polímeros sintéticos conhecidos como “seladores de vagem”. Os produtos tem como base

diferentes polímeros de látex e agentes surfactantes que atuam no processo de proteção e selamento das vagens. Deve-se aplicar o produto 10 dias antes da dessecação pré-colheita ou quando 50% das vagens estiverem em maturidade fisiológica. Espera-se que com a aplicação do produto ocorra diminuição na deiscência natural destas vagens minimizando assim as perdas na colheita da cultura do feijoeiro.

Para minimizar as perdas e danos mecânicos nos grãos, é recomendado realizar a colheita manual das plantas ou a ceifa com máquinas durante os períodos de menor incidência solar, como no início da manhã ou no final da tarde (SILVA *et al.*, 2020).

De acordo com a De Sangosse A formulação de POD-STICK® consiste em uma mistura de diferentes polímeros de látex e agentes surfactantes, desenvolvida a fim de reduzir as perdas de grãos e sementes em vagens e síliquis, antes e durante a colheita em culturas como feijão, canola e ervilha. O POD-STICK® atua no processo de selamento e proteção das vagens e síliquis, aumentando o potencial produtivo e a qualidade dos grãos.

O uso POD-STICK® na região noroeste de Minas Gerais vem crescendo e caindo no gosto dos produtores que relatam uma diminuição desta deiscência e obtendo assim menores perdas pré-colheita e maior produção final. Não se tem trabalhos científicos que afirmam essas informações nem que relacionam a deiscência natural com diferentes cultivares.

2. OBJETIVO

Objetivo Geral

Analisar e avaliar a eficiência de seladores de vagem na redução da deiscência do feijoeiro.

Objetivos Específicos:

- I) Avaliar a deiscência natural de diferentes cultivares de feijoeiro;
- II) Avaliar a deiscência de diferentes cultivares de feijoeiro após a aplicação de polímeros sintéticos seladores de vagem.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância do feijoeiro

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de significativa importância econômica e social para o Brasil, ocupando um lugar proeminente tanto na culinária quanto na agricultura do país. O feijão é um alimento muito comum na mesa dos brasileiros, independente da sua situação financeira. Ele é uma excelente fonte de proteína, especialmente quando combinado com o arroz, podendo substituir as carnes mais caras. Além disso, o feijão contém compostos fenólicos que têm propriedades antioxidantes. Isso significa que pode ajudar na redução do risco de várias doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, o Mal de Alzheimer e o Parkinson (BUTTERFIELD *et al.*, 2002). Assim, sob uma perspectiva quantitativa, o feijão desempenha o papel de um alimento rico em proteínas, sendo considerado um alimento acessível em relação à proteína de origem animal principalmente para as populações de baixa renda. No entanto, é importante notar que seu conteúdo calórico, mineral e vitamínico não deve ser subestimado. Resende *et al.* (2008) ressaltam o grão de feijão como fonte não só de proteína, mas também de cálcio, ferro, vitaminas, fibras e o aminoácido essencial lisina.

Ao lado do arroz, o feijão é constituinte fundamental na dieta básica dos brasileiros, especialmente daqueles de renda mais baixa. Adicionalmente, essa cultura desempenha um papel relevante como fonte de renda para a agricultura familiar (BORÉM; CARNEIRO, 2015).

No Brasil, o feijão está entre as culturas mais expressivas com uma produção de 3,06 milhões de toneladas para safra 2022/2023, colocando o país em quarto lugar no ranking mundial. A maior parte do produto é destinado ao mercado interno sendo a maior produção concentrada no estado do Paraná com 534 mil toneladas (CONAB, 2023). A área destinada para o feijão na safra 2022/2023 deve ficar em torno de 2,8 milhões de hectares, redução de 1,08% em relação à safra 2021/2022 (CONAB, 2023). De acordo com dados da Embrapa Arroz e Feijão (2023), em 2021, cada pessoa consumiu em média cerca de 12,2 quilos de feijão-comum. Notou-se também uma diminuição no consumo per capita ao longo dos anos, caindo de 18,8 quilos por pessoa em 1996 para os atuais 12,2 quilos.

No Brasil, 80% do feijão consumido é do tipo comum (*Phaseolus vulgaris* L.), enquanto os restantes 20% são do tipo caupi (*Vigna unguiculata*). Dentre os feijões comuns, a distribuição é de 56% para o feijão carioca, 21% para o feijão preto e 3% para feijões especiais

(AE WANDER, OF SILVA,2013).

3.2 Histórico e morfologia

O feijoeiro apresenta como centro de origem as regiões andinas e mesoamericanas (GEPTS, 1998). Foi domesticado 5.000 anos AC no México e posteriormente no Peru data 3.000 AC (VAVILOV, 1950). Esses centros de origem são denominados de Andino, abrangendo a Cordilheira dos Andes. O segundo centro é localizado na América Central e assim denominado Mesoamericano (EILERT *et al.*, 2015).

O feijoeiro apresenta uma proteína chamada faseolina que é a principal proteína de armazenamento e é responsável por 50% do total de nitrogênio retido no grão (MONTROYA *et al.*, 2010). Essa proteína também possui as características essenciais de um marcador bioquímico que são fundamentais para entender como o processo de domesticação do feijoeiro ocorreu principalmente em relação ao polimorfismo geográfico e herdabilidade. O polimorfismo geográfico apresenta diversas formas ao longo da área de distribuição geográfica do ancestral enquanto a alta herdabilidade representa a variabilidade genética com mínimo efeito do ambiente na expressão do traço. Cada variante do marcador bioquímico representa um conjunto complexo de eventos, garantindo que a mesma variante não seja gerada repetidamente ao longo da história da cultura. No caso específico da faseolina, cada tipo consiste em vários polipeptídeos, com pesos moleculares variando entre 45.000 e 54.000 daltons, em pH 5,6 e 5,8, respectivamente. Além disso, a faseolina apresenta estabilidade não sendo afetado durante o processo de domesticação (GEPTS, 1988).

O feijoeiro exibe uma ampla diversidade morfológica, abrangendo desde seu padrão de crescimento da planta até as dimensões das folhas, flores e vagens, bem como as variações de tamanho e coloração das sementes (SINGH *et al.*, 1991). Em relação ao desenvolvimento da planta, o feijoeiro pode ter dois tipos de crescimento: determinado ou indeterminado. No crescimento determinado, o caule principal termina em uma inflorescência. Já no indeterminado, na ponta do caule, pode haver tanto uma gema vegetativa quanto uma floral e vegetativa.

O CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), caracterizou os hábitos de crescimento em quatro tipos principais (OSPINA; DEBOUCK, 1981):

- Tipo I - hábito de crescimento determinado, arbustivo e porte da planta ereto;
- Tipo II - hábito de crescimento indeterminado, arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado;

- Tipo III- hábito de crescimento indeterminado, porte prostrado ou semi-prostrado, com ramificação bem desenvolvida e aberta;
- Tipo IV- hábito de crescimento indeterminado, porte trepador; o caule possui forte dominância apical e um número reduzido de ramos laterais, pouco desenvolvidos.

Vale ressaltar que pode ocorrer hábitos intermediários entre os hábitos indeterminados, como, entre os hábitos indeterminado II / III e III / IV, além de outras variações (MUÑOZ *et al.*, 1993; SILVA, 1999).

Considerando a morfologia do feijoeiro, podemos dividir a planta em raiz, caule, folha, flor, fruto e semente. Descrevendo detalhadamente cada uma destas estruturas conforme Silva e Hilário (2020):

a) Raiz: O feijoeiro possui uma raiz principal da qual se desenvolvem raízes secundárias, terciárias, etc. Ela se concentra na base do caule, quase na superfície do solo, e suas raízes laterais apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio.

b) Caule: é uma haste composta por um eixo principal formado por uma sequência de nós e entrenós. O primeiro nó abriga os cotilédones (estruturas de reserva da planta); o segundo nó corresponde à inserção das primeiras folhas da planta (folhas primárias); a partir do terceiro nó estão inseridas as folhas chamadas de folhas trifoliadas (porque possuem três folíolos); a porção alongada entre as raízes e os cotilédones e as primeiras folhas é denominada epicótilo.

c) Folha: as folhas primárias (primeiras folhas da planta, na fase de plântula) e as demais folhas, denominadas trifoliadas, pois são compostas de três folíolos. A cor e a presença de pelos são características que variam de acordo com a cultivar, posição na planta, idade da planta e condições ambientais.

d) Flor: não estão isoladas, mas sim agrupadas em racemos de duas, três ou mais flores. São compostas por um pedúnculo (pequena haste) que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral. Cada flor é composta por um cálice formado por sépalas unidas e uma corola de cinco pétalas coloridas, com diferentes formatos: uma pétala externa maior e duas laterais menores (chamadas de asas), além de duas inferiores unidas e enroladas em forma de espiral (chamadas de quilha). O aparelho reprodutor masculino (androceu) é composto por nove estames unidos na base e um livre; o feminino (gineceu) possui ovário com vários óvulos, um estilete encurvado que liga o estigma ao ovário, e um estigma terminal. As

flores podem ser brancas, rosas ou violetas, uniformemente coloridas em toda a corola, ou bicolor, com pétalas de mais de uma cor ou tonalidade.

e) Fruto: o fruto é um legume formado por duas partes (valvas), uma superior e outra inferior. Pode ter forma reta, arqueada ou recurvada, com a ponta ou ápice arqueado ou reto. Sua cor pode ser uniforme ou não, podendo apresentar estrias de outra cor, dependendo do grau de maturação (vagem imatura, madura e completamente seca), podendo ser verde, verde com estrias vermelhas ou roxas, vermelha, roxa, amarela, amarela com estrias vermelhas ou roxas.

f) Semente: possui alto teor de carboidratos e proteína. É composta externamente por uma casca (tegumento), hilo (cicatriz no tegumento), micrópila (pequena abertura no tegumento) e rafe (cicatriz da soldadura dos óvulos com as paredes do ovário); e internamente por um embrião formado pela plúmula (pequeno botão do caule), duas folhas primárias, o hipocótilo, dois cotilédones e uma pequena raiz chamada radícula. As sementes podem ter várias formas (arredondadas, elípticas, reniformes ou oblongas) e tamanhos (de muito pequenas a grandes) e apresentar uma ampla variedade de cores (preto, bege, roxo, róseo, vermelho, marrom, amarelo e branco), com o tegumento podendo ter uma cor uniforme ou mais de uma expressa em estrias, manchas ou pontuações, podendo ser brilhante ou não.

O MAPA determina que os grãos da espécie do feijoeiro sejam divididos em grupos conforme o tamanho do grão e cor do tegumento tendo como grupos comerciais: carioca, preto, mulatinho, vermelho, roxo, manteigão e rosinha (BORÉM; CARNEIRO, 2015).

3.3 Cultivo do feijoeiro

O cultivo do feijoeiro apresenta três safras sendo a primeira safra, também chamada de “safra das águas”, com janela de semeadura entre agosto e dezembro com principal destaque para a região Sul. A segunda safra, “safra da seca”, tem sua janela entre janeiro e abril com amplo enquadro no Brasil enquanto a terceira safra, “safra de inverno” é semeada entre maio e julho com grande ocorrência nas regiões Sudeste, Sul e centro-Oeste (CONAB, 2021).

Produtores de grande porte que decidem cultivar feijão têm optado por fazê-lo durante a safra de inverno pois a uma maior produtividade devido as condições climáticas não favoráveis a doenças além de uma melhor qualidade de grãos (BORÉM; CARNEIRO, 2015). Porém durante esta safra, é fundamental irrigar as plantações, utilizando tecnologia avançada, como o sistema de irrigação por pivô central considerando que esta safra ocorre em período

seco. A irrigação torna as plantações menos vulneráveis às condições climáticas, proporcionando maior estabilidade na produção. Além disso, essa prática permite obter grãos de melhor qualidade, uma vez que a colheita é realizada em um ambiente seco, minimizando o risco de danos como germinação e manchas nos grãos (TERRA *et al.*, 2019). Mesmo sendo um custo de produção mais oneroso a lucratividade nesta safra é maior devido à menor oferta no mercado e melhor qualidade dos grãos (RICHETTI; MELO 2014).

Existem muitos elementos que impactam o crescimento do feijoeiro, com destaque para a temperatura e a precipitação. A temperatura é especialmente crucial, influenciando diretamente o desenvolvimento da planta em vários estágios fisiológicos, especialmente durante o florescimento e a frutificação (JUSTINO *et al.*, 2023). As propriedades físicas e químicas do solo têm um impacto significativo no crescimento do feijoeiro, sendo essenciais para o planejamento adequado do cultivo. Esses fatores devem ser cuidadosamente considerados no contexto do desenvolvimento da planta.

Conforme discutido por Vieira *et al.* (2006), o feijoeiro é capaz de se adaptar a diversas texturas de solo, desde aquelas levemente arenosas até as consideravelmente argilosas. No entanto, é recomendável evitar áreas de baixadas suscetíveis a inundações e solos com deficiente drenagem durante períodos de elevada precipitação. Em tais situações, é preferível optar pelo cultivo em regiões mais elevadas e bem drenadas. É importante ressaltar que solos argilosos apresentam maior propensão à compactação subsuperficial, formação de crostas na superfície e propagação de fungos que podem afetar o sistema radicular da planta. Portanto, ao escolher locais para o plantio, é crucial considerar não apenas a textura do solo, mas também sua capacidade de drenagem, evitando condições desfavoráveis que possam prejudicar o desenvolvimento pleno do feijoeiro.

A cultura apresenta potencial genético para atingir 5.000 kg. ha⁻¹, porém no Brasil a média da produtividade de feijão é considerada baixa, girando em torno de 900 kg ha⁻¹, produtividades superiores a 3.000 kg. ha⁻¹ são alcançadas por produtores com alto nível tecnológico e investimento (BORÉM; CARNEIRO, 2015). Essa baixa produtividade é atribuída a vários fatores como: predominância de pequenos e médios produtores com baixo nível tecnológico, grande variabilidade climática como má distribuição de chuvas, dificuldade na colheita mecanizada e suscetibilidade das cultivares disponíveis a doenças e pragas (LIMA, *et al.*, 2020; NUNES *et al.*, 2017).

3.3.1 Colheita do feijoeiro

Segundo Silva e Fonseca (2014) a colheita do feijão consiste na trilha da planta, que é separação dos grãos das partes não aproveitáveis da planta, como talos e folhas. Este processo pode ser feito de três formas: manual, semimecanizado e mecanizado, sendo indispensável considerar diversos fatores que afetam a operação agrícola para a seleção do mais adequado entre esses métodos. Um dos principais fatores para a decisão do tipo de colheita é o tamanho da área cultivada, o sistema de cultivo adotado (se é monocultivo ou em sistema de consórcio com diferentes culturas, como o milho), o padrão de crescimento das plantas e a disponibilidade de recursos humanos e equipamentos na propriedade.

Em geral, em pequenas áreas cultivadas (com menos de 5 hectares) onde se pratica monocultivo ou consorciação de culturas, a colheita costuma ser realizada manualmente ou semi-mecanizada. Por outro lado, em grandes áreas cultivadas em sistema de monocultura, a colheita é geralmente conduzida de forma mecanizada, utilizando equipamentos disponíveis no mercado brasileiro (SILVA *et al.*, 2008).

No método de colheita manual todas as etapas da colheita são realizadas manualmente, desde o arranque das plantas até a trilha dos grãos. Consiste em arrancar as plantas inteiras quando as sementes atingem a maturação fisiológica. As plantas arrancadas são então agrupadas na lavoura, com as raízes voltadas para cima, para que sequem até que os grãos atinjam cerca de 14% de umidade. Em seguida, são transferidas para terreiros, onde são dispostas em camadas de 30 cm a 50 cm. O processo de trilha é realizado utilizando varas flexíveis ou através do pisoteio por tratores (SILVA; FONSECA, 2014).

Em sistema semimecanizado, a remoção das plantas e sua disposição em fileiras costumam ser feitas manualmente, enquanto a debulha é realizada de forma mecanizada, utilizando trilhadoras estacionárias ou máquinas combinadas de colheita e trilhagem (SILVA *et al.*, 2020)

Pelo método mecanizado, todas as etapas da colheita são realizadas por máquinas, sendo conhecido dois processos na cultura do feijoeiro: colheita direta, que engloba todas as atividades em uma única operação, e da colheita indireta, que divide as atividades em duas ou mais operações (SILVA *et al.*, 2000).

Na colheita mecanizada indireta são utilizadas duas máquinas: ceifadora-enleiradora e recolhadora-trilhadora em duas operações distintas. Esses equipamentos são amplamente utilizados pelos produtores, especialmente em lavouras de feijão de médio e grande porte. A ceifadora-enleiradora é utilizada após a maturação fisiológica do feijoeiro e consiste

no corte das plantas e retirada destas do solo. Após o arranquio, as plantas de três a seis linhas são colocadas em leiras para secarem ao sol até que o teor de umidade dos grãos atinja de 14% a 16%. Com a umidade adequada, as plantas são então recolhidas e trilhadas pelas recolhedoras-trilhadoras (SILVA *et al.*, 2008).

Na colheita mecanizada direta utiliza-se uma colhedora automotriz que realiza de forma simultânea o corte, o recolhimento e a debulha ou trilha das plantas, além da separação e armazenamento dos grãos. Existem diversos desafios associados à operação de colheita mecanizada de feijão que estão relacionados principalmente às perdas e aos danos causados às plantas. Durante a colheita com a colhedora automotriz, a unidade de colheita pode cortar muitas vagens que entram em contato com o solo, resultando na perda de grãos. Nas plantas maduras, além do corte das vagens, há o problema adicional da agitação das plantas causada pelo movimento da máquina, o que leva à abertura prematura das vagens e, conseqüentemente, à perda de grãos (SILVA; FONSECA, 2014).

Durante o processo de trilha, os grãos com baixo teor de umidade correm o risco de serem danificados, enquanto as plantas ainda úmidas tornam a operação mais difícil, já que muitas vagens não se abrem adequadamente, aumentando as perdas de grãos e danos latente naqueles colhidos.

Um dos aspectos cruciais para a colheita do feijoeiro é a umidade dos grãos, uma vez que está pontualmente ligado aos processos de deterioração e qualidade fisiológica da semente (SILVA *et al.*, 2008). A trilha deve preferencialmente ser realizada com umidade entre 15 e 18% independente do método de colheita; acima disso dificulta a debulha por provocar amassamento dos grãos e abaixo de 15% acarretar rachadura, quebra, maior deiscência e assim menor qualidade dos grãos (SILVA *et al.*, 2005).

Problemas relacionados à deterioração de sementes no campo são resultado de vários fatores ambientais, como a quantidade de chuva, a umidade do solo, a qualidade do ar e a temperatura. Esses fatores podem levar a perda na qualidade das sementes, o que, por sua vez, prejudica o estabelecimento das plantas e reduz a produtividade das culturas, como mencionado por Amorim *et al.* (2011).

3.4 Deiscência do feijoeiro

A disseminação eficiente de sementes desempenha um papel crucial para as plantas superiores. Nas Fabaceae, que é a terceira maior família de plantas superiores (AZANI *et al.*,

2017), a dispersão das sementes geralmente acontece através da abertura explosiva das vagens na maturidade.

Embora esse mecanismo seja eficiente na propagação das plantas na natureza, ele também leva à diminuição da produtividade e limita o tempo disponível para a colheita em ambientes cultivados. Por esse motivo, houve uma seleção ao longo do tempo para plantas que apresentam vagens indeiscentes, tanto durante quanto após o processo de domesticação, em diversos tipos de leguminosas (OGUTCEN *et al.*, 2018; RAU *et al.*, 2019). Essas variedades cultivadas geralmente são caracterizadas pela indeiscência das vagens, também conhecida como resistência à deiscência explosiva.

A regulação genética da deiscência é altamente complexa e varia consideravelmente entre diferentes espécies de plantas. Estudos têm demonstrado a presença de múltiplos genes envolvidos na regulação desse processo, destacando a diversidade genética subjacente à deiscência (MANNING *et al.*, 2007). Essa variabilidade genética é essencial para a adaptação das plantas a diferentes ambientes ecológicos e pode ter implicações significativas na agricultura e no melhoramento genético de culturas.

Uma alteração genética que pode ter levado à diminuição da deiscência no feijoeiro pode estar ligada a mudanças na forma como a fibra das sílicas dos legumes (como a lignina) é composta ou estruturada. Essa alteração é mais bem aceita do que o fato de afetar a quantidade total de lignina ou o comportamento das células nas partes específicas da vagem (PARKER *et al.*, 2019).

A compreensão dos mecanismos moleculares e fisiológicos que controlam a deiscência é crucial para avançar no conhecimento desse fenômeno. Estudos têm investigado as mudanças estruturais, composicionais e bioquímicas nas estruturas reprodutivas das plantas relacionadas à capacidade de abertura das mesmas (LI *et al.*, 2017).

Na agricultura, a deiscência pode afetar diretamente a produtividade das culturas, especialmente aquelas de importância econômica. Estudos têm destacado a importância do controle genético da deiscência para melhorar características agrônômicas, como a facilidade de colheita e a qualidade das sementes (CHEN *et al.*, 2020). Além disso, a deiscência desempenha um papel importante na ecologia das plantas, influenciando a dispersão de sementes e o estabelecimento de novas populações vegetais (JOHNSON *et al.*, 2021).

Em resumo, a deiscência em plantas é um fenômeno complexo e multifacetado que envolve uma interação dinâmica entre fatores genéticos, fisiológicos, ecológicos e agrônômicos. A pesquisa contínua nessa área é crucial para avançar no conhecimento desse

fenômeno e desenvolver estratégias que maximizem seus benefícios na agricultura e na ecologia das plantas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área

Este trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Santa Paula (FESP), localizada no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Unaí, MG. A fazenda abrange uma área total de 132 hectares, situando-se nas coordenadas geográficas de latitude 16°26'09.8" Sul e longitude 46°54'02.3" Oeste. Essa região apresenta clima tropical com estações chuvosas durante o verão e períodos secos no inverno (classificação de Köppen Aw) e temperatura média anual de 27°C (NAIEM *et al.*, 2014). O regime de precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.500 mm, dividindo-se em um período chuvoso de outubro. Quanto ao relevo da FESP, este caracteriza-se como plano e suavemente ondulado, com uma altitude média de 621 metros e declividades que variam entre 0,08% e 16% (EMBRAPA, 2018).

O experimento foi conduzido na safra de inverno de 2023 no setor de Grandes Culturas, especificamente na área destinada ao cultivo de feijoeiro comum do Grupo de Pesquisa em Feijoeiro do Noroeste de Minas Gerais (GEFENM – ICA/UFVJM) (Figura 1).

Figura 1 - Setor de Grandes Culturas da Fazenda Experimental Santa Paula (FESP) com destaque para a área destinada ao cultivo de feijoeiro comum do Grupo de Pesquisa em Feijoeiro do Noroeste de Minas Gerais (GEFENM – ICA/UFVJM).



O solo local é identificado como Latossolo Vermelho, e sua composição química foi detalhada por meio de análises de solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados da análise química de solo da área experimental

pH (H ₂ O)	P meh ⁻¹	P rem.	P resina	Na ⁺	K ⁺	S-SO ⁴	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
	mg dm ⁻³						Cmolc dm ⁻³				
5,2	4,7	ns	ns	ns	386	9	0,99	2,1	1,3	0,2	2,20
M.O	C.O.	SB	T	T	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
dag kg ⁻¹					%		mg dm ⁻³				
2,2	1,3	4,40	4,60	6,60	67	4	0,15	7,1	193	22,9	7,90

ns: não significativo; H: hidrogênio; SB: soma das bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica; T: capacidade de troca catiônica em pH = 7; m: alumínio permutável; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica.

4.2 Implantação do experimento e delineamento experimental

O sistema adotado foi de plantio direto na palha. A adubação de plantio foi feita com base na análise de solo (Tabela 1) e recomendação para a cultura do feijoeiro com nível tecnológico 4, conforme Ribeiro *et al.* (1999) com aplicação de 400 kg ha⁻¹ de adubo formulado 8-28-16 (NPK).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 5 (com e sem aplicação do *Pod-stick* e cinco genótipos de feijão), sendo a parcela composta por 4 linhas de 2 metros espaçadas em 0,5 m. A semeadura ocorreu de forma manual no dia 26/05/2023 respeitando a densidade populacional de cada cultivar.

4.3 Material genético

Para o experimento, selecionamos cinco cultivares de feijão carioca que são altamente apreciadas pelos produtores da região Noroeste de Minas Gerais. As principais características dessas cultivares foram detalhadas na tabela 2:

Tabela 2. Genótipos de feijoeiro comum grão carioca com a informação de ciclo, tipo de crescimento e hábito de crescimento. Unai, MG inverno 2023.

Cultivares	Ciclo	Tipo de crescimento	Hábito de crescimento
ANFC 9	88 a 94 dias	II	Indeterminado
BRS ESTILO	85 a 90 dias	II	Indeterminado
TAA DAMA	85 a 90 dias	III	Indeterminado
BRS FC415	85 a 94 dias	II	Indeterminado
TAA MARHE	65 a 75 dias	I	Determinado

4.4 Manejo da cultura

Com 11 dias após a semeadura (DAS) foi efetuado a primeira aplicação de inseticida para o controle de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) com produto comercial DECIS 25 EC (Deltametrina) respeitando a dose de 200 mL ha⁻¹ em aplicação via bomba costal. Com 23 DAS foi efetuado uma nova aplicação para controle de vaquinha com o produto comercial ENGEO PLENO S (Tiametoxan e Lambda-Cialotrina), respeitando a dose de 125 mL ha⁻¹, também em aplicação via bomba costal. Com 15 dias após a emergência (DAE) foi realizado capina manual para controle de plantas infestantes. Nos estádios V3 a V4 (19 dias DAE) realizamos a adubação de cobertura com nitrogênio aplicando 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio. No estádio R5 foi realizado mais uma adubação de cobertura com nitrogênio, novamente de 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A aplicação de *Pod-stick* nos tratamentos foi realizada quando 50% das plantas atingiram R9 (Maturação), conforme fabricante.

A irrigação foi realizada pelo sistema de aspersão convencional, com aspersores espaçados em 12 x 12 m, com vazão de 0,905 m³ h⁻¹. O manejo de irrigação foi realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura e a fase de desenvolvimento.

4.5 Aplicação do selador

A aplicação de *Pod-stick* nos tratamentos ocorreu quando 50% das plantas

atingiram R9 (Maturação), onde foi utilizado a dose de 2 L ha⁻¹ com uma vazão de 150 L ha⁻¹ no período da manhã.

Devemos ressaltar a importância de uma boa cobertura na aplicação deste produto uma vez que se trata de um produto de contato, assim devemos buscar maiores vazões para uma melhor taxa de cobertura dessas vagens.

4.6 Características avaliadas

As variáveis avaliadas no experimento foram: ciclo, arquitetura da planta, massa de 100 grãos, número de vagens por planta, produtividade de grãos e deiscência. Estas foram avaliadas da seguinte forma:

- **Ciclo (CIC):** contagem do número de dias que vai da emergência até a maturidade fisiológica (R9) em 50% das plantas da parcela;

- **Arquitetura de planta (ARQ):** característica avaliada em R5 considerando as duas linhas centrais conforme a escala de notas de Ramalho *et al.* (1998) em que:

- 1- Planta ereta com uma haste, poucas ramificações;
- 2- Planta ereta com algumas ramificações, guia curta;
- 3- Planta semiprostrada com ramificações, guia mediana;
- 4- Planta prostrada com ramificações, guia longa; e
- 5- Planta completamente prostrada com muitas ramificações, guias muito longas.

- **Massa de 100 grãos (M100):** massa de 100 grãos, em gramas, amostradas aleatoriamente em cada parcela e aferida em balança de precisão;

- **Número de vagens por planta (NVP):** número de vagens de cinco plantas tomadas aleatoriamente na parcela na ocasião da colheita;

- **Número de grãos por vagem (NGV):** número de grãos de cinco plantas tomadas aleatoriamente na parcela na ocasião da colheita;

- **Altura:** altura média de cinco plantas tomadas aleatoriamente na parcela na ocasião da colheita;

- **Produtividade de grãos (PROD):** massa de grãos colhidos em cada parcela e convertida em kg ha⁻¹ na umidade de 13%;

- **Deiscência:** proporção de abertura de vagens conforme estabelecido por Peng *et al.* (1991):

$$D\% = \frac{\text{número de vagens abertas}}{\text{número total de vagens}} \times 100$$

A porcentagem de deiscência foi classificada como:

- Muito resistente (0% quebra),
- Resistente (1% a 10%),
- Moderadamente resistente (11% a 25%),
- Moderadamente sensível (26% a 50%) e
- Muito sensível (> 50%).

Essa escala foi adotada de acordo com o padrão determinado pela Asian Vegetable Research and Development Center (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Vegetal Asiático - AVRDC) (Han *et al.*, 2021).

4.7 Análise estatística

Realizou-se a análise de variância pelo teste F e posteriormente as médias foram comparadas. Os dados foram analisados no Software Genes (CRUZ, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas deiscência dentre todas as características analisadas revelou diferença significativa pelo teste F, indicando que o uso de selador de vagem tem influência sobre a deiscência natural das vagens de feijoeiro comum independente da cultivar (Tabela 3). Apesar da característica PROD não ter sido significativa, entende-se que talvez fatores ambientais inesperados como ataque de aves nas parcelas laterais tenham tido impactado direto ou indireto nesse fator. No mesmo sentido, a característica ARQ, também não significativa, é um resultado interessante a se analisar minuciosamente, uma vez que plantas mais prostadas tendem a ter uma maior dificuldade da chegada do produto durante a aplicação no terço inferior.

O coeficiente de variação (CV) foi de médio a alto para todas as características avaliadas, variando de 12,35% (NGV) a 38,62% (deiscência). O alto valor do CV para a deiscência pode ser justificado pela influência de fatores externos não controláveis como ineficácia no controle de aves na área experimental que atacaram apenas algumas parcelas das extremidades do experimento que foi conduzido em campo. De acordo com Krause *et al.* (2012), espera-se que características ligadas à produção de grãos como PROD, PMS, NVP, NGV apresentem resultados de coeficiente de variação (CV%) mais elevados. Isso ocorre porque essas características são controladas por vários genes e, conseqüentemente, são mais influenciadas pelo ambiente.

São definidos valores máximos para o coeficiente de variação em experimentos de VCU com várias culturas, como 20% para o feijão (Brasil, 2001). No entanto, esses valores são considerados empíricos, pois não fornecem informações sobre a precisão seletiva da avaliação e, portanto, não levam em conta a variação genotípica nem o número de repetições (RESENDE *et al.*, 2007).

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) para os caracteres deiscência, altura, arquitetura de planta, produtividade, peso de 1000 grãos (PMS), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV). Unaí-MG, 2023.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		Deiscência (%)	Altura (cm)	Arquitetura	Produtividade (kg ha ⁻¹)	PMS (g)	NVP	NGV
Blocos	3	136,09	154,29	0,96	2924468,30	443,33	239,09	4,09
Cultivares (C)	4	228,48	252,96	0,88	1423158,04	3198,00	98,54	0,28
Selador de vagem (SV)	1	2673,23**	18,23	0,51	112582,71	2689,60	156,03	0,25
C X SV	4	156,98	51,66	0,32	408810,78	1100,10	69,96	1,09
Resíduo	27	119,67	45,61	0,34	425160,87	1417,56	53,46	0,52
Média		28,33	23,78	2,81	1923,09	256,50	22,93	5,83
CV (%)		38,62	28,40	20,75	33,91	14,69	31,89	12,35

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 4 – Deiscência de cinco cultivares de feijoeiro comum grão carioca com e sem o uso de seladores de vagem na safra de inverno de 2023. Unaí-MG.

Deiscência (%)	
Com selador de vagem	Sem selador de vagem
20.2b	36.5a

*Médias seguidas por letra diferente diferem entre si pelo teste F ($p < 0,0001\%$).

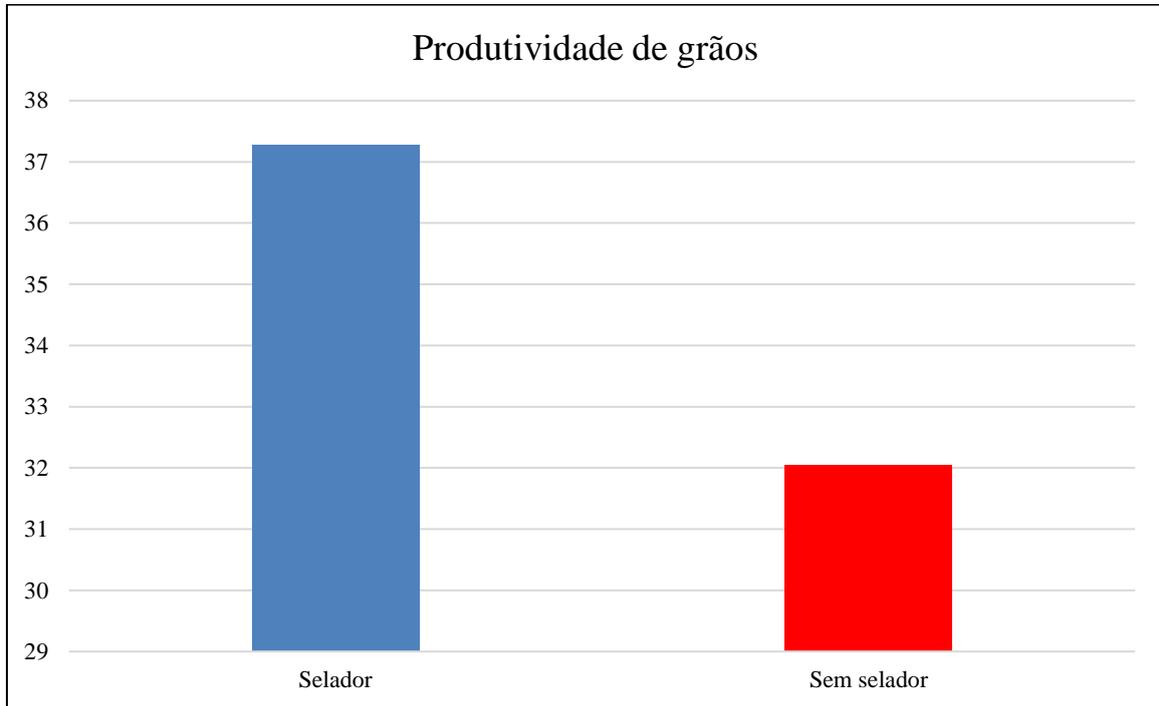
Podemos observar que o uso do selador de vagem diminuiu a deiscência natural do feijoeiro comum grão carioca independente da cultivar na região noroeste de Minas Gerais (Tabela 4). Além disso, a média de abertura de vagens de acordo com o estabelecido pelo AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center) pode ser classificado como moderadamente resistente enquanto o ambiente sem o uso de selador apenas moderadamente sensível (Han *et al.*, 2021).

Segundo (FAVERO *et al.*, 2022) a deiscência de soja (*Glycine max* L.) apresentou sensibilidade moderada (26% a 50%) de acordo com o estabelecido pelo AVRDC (HAN *et al.*, 2021). Esse resultado nos mostra uma semelhança no quesito de deiscência entre as espécies de leguminosas, independente do maior ou menor grau de domesticação da espécie e histórico do melhoramento. Todavia, como a colheita de soja é apenas de forma direta e com máquinas adaptadas, a cultura não sofre tanto com esse quesito e apresenta menor índice de perdas pré-colheita.

Uma vez que a maioria dos produtores de feijão da região noroeste de Minas Gerais realiza colheita mecanizada indireta com ceifadora-enleiradora (CEIFLEX) e recolhedor-trilhadora (MIAC), as perdas pré-colheita tendem a se maximizar no contato das vagens com o solo. Além disso, a perda de *time* de colheita devido ao operacional justificam e fazem assim viável o uso de selador de vagem que possibilita um maior tempo de espera no campo para a colheita, além de um maior ganho operacional devido a uma possível continuidade na colheita mesmo com altas temperaturas.

Houve um acréscimo de 16,3% na deiscência onde não foi utilizado o selador de vagens. Considerando que a produtividade média do experimento foi de 1923,09 kg ha⁻¹, teríamos uma diminuição nas perdas de aproximadamente 313,46 kg ha⁻¹ onde foi utilizado o selador de vagem ou seja, uma diminuição de 5,22 sacos ha⁻¹ (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Comparação da produtividade de grãos de cinco genótipos de feijoeiro comum grão carioca com e sem o uso de selador de vagem. Inverno, 2023.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do selador de vagem proporcionou menor deiscência do feijoeiro sendo uma importante tecnologia na redução das perdas pré-colheita e deiscência natural independente da cultivar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN. Perspectivas para a agropecuária safra 2022/23. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

AMORIM, F. A. *et al.* Época de semeadura no potencial produtivo de soja em Uberlândia - MG. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 1, p. 17931802, 2011.

BAKSHI, A. (2019). Harnessing genomics and bioinformatics to enhance abiotic stress tolerance in chickpea. *New Phytologist*, 222(3), 1420-1433.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A Cultura. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. Feijão: do plantio à colheita. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 9.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A Cultura. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. Feijão: do plantio à colheita. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p.41 – 42.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2001. Registro Nacional de Cultivares (RNC) – Informe Técnico. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso, para a inscrição no RNC. p. 19. Anexo IV.

CHEN, S., HAN, X., FANG, J., LU, Z., QIAO, S., ZHAO, H., ... & SUN, G. (2020). Integration of Agronomic Traits and GBS-Based SNP Markers for Identification of Candidate Genes Controlling Grain Size in Rice (*Oryza sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 11, 576388.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.9 – Safra 2021/22, n°.1 – Primeiro levantamento, Brasília, p. 38, outubro 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.10 – Safra 2022/23, n°.7 – Sétimo levantamento, Brasília, p. 43, abril 2023.

DANTAS, B.F.; RIBEIRO, L.S.; ARAGÃO, C. A. Germination, initial and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 26, n. 2, p. 106-110, 2007.

EILERT, BENEDETTI et al. MELHORAMENTO E SELEÇÃO DE FEIJOEIRO COMUM POR MEIO DE MODELOS MISTOS PARA RESISTÊNCIA/TOLERÂNCIA À SECA.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Arroz e Feijão. Cultivo do Feijoeiro Comum. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em: . Acesso em: 18 de novembro de 2023.

Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de Produção n.5. Versão eletrônica. Dez, 2005.

FAOSTAT. Crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FAVERO, F., MOLINARI, M., MADUREIRA, A., HENNING, F., MARIN, S., KRZYZANOWSKI, F., & MERTZ-HENNING, L. M. (2022). Correlação entre teor de lignina e porcentagem de deiscência em vagens de soja.

FUNATSUKI, H.; SUZUKI, M.; HIROSE, A.; INABA, H.; YAMADA, T.; HAJIKA, M.; FUJINO, K. Molecular basis of a shattering resistance boosting global dissemination of soybean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 50, p. 17797-17802, 2014.

GEPTS, P.; BLISS, F. A. F1 hybrid weakness in the common bean: Differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. *Journal Heredity*, Oxford, v. 76, p. 447–450, 1985.

GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA T. (Ed.). *Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988

.

HAN, D.; HAN, J.; JIANG, S.; SU, B.; ZHANG, B.; LIU, Z.; QIU, L. J. Shattering-resistance

of an elite soybean variety ‘Heihe 43’ and identification of shattering-resistant genes. *Euphytica*, v. 217, n. 6, e120, 2021.

JOHNSON, J. D., WILSON, A. D., DICKERSON, J. P., & BASCOMPTE, J. (2021). The structure of plant-pollinator networks across environmental gradients. *Ecology Letters*, 24(2), 218-227.

JONES, A. B., & DOLAN, L. (2012). Seed dispersal: a key process for global biodiversity. *Journal of Ecology*, 100(4), 765-776.

KOINANGE EMK, SINGH SP, GEPTS P. 1996. Genetic control of the domestication syndrome in common-bean. *Crop Science* **36**: 1037–1045.

KRAUSE, W. et al. Capacidade combinatória para características agronômicas em feijão-devagem. *Revista Ciência Agronômica*. v.43, p.522-531, 2012.

LI, W., MA, M., FENG, Y., LI, H., WANG, Y., MA, Y., ... & LI, Y. (2017). Comparative Transcriptome Analysis Identifies Putative Genes Involved in the Biosynthesis of Xanthanolides in *Xanthium strumarium* L. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1292.

LIMA, A. R. S. *et al.* Agronomic performance of common bean lines and cultivars in the Cerrado/Pantanal ecotone region. *Research, Society and Development*, 9(7): 119, e121973666. 2020.

MANNING, K., TOR, M., POOLE, M., HONG, Y., THOMPSON, A. J., KING, G. J., ... & SEYMOUR, G. B. (2007). A naturally occurring epigenetic mutation in a gene encoding an SBP-box transcription factor inhibits tomato fruit ripening. *Nature Genetics*, 38(8), 948-952.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Perfil do feijão no Brasil. Disponível em: Acesso em: 18 de novembro de 2023.

MONTOYA, C. A.; LALLÈS, J. P.; BEEBE, S.; LETERME, P. Phaseolin diversity as a possible strategy to improve the nutritional value of common beans (*Phaseolus*

vulgaris). *Food Research International*, v. 43, p. 443-449, 2010.

NUNES, C. S. *et al.* Métodos de controle e pragas nas lavouras de feijão. *Revista Tecnológica*, v. 6, n. 1, p. 128–146, 2017.

OGUTCEN E, PANDEY A, KHAN M, MARQUES E, PENMETSA R, KAHRAMAN A, VON WETTBERG E. 2018. Pod shattering: a homologous series of variation underlying domestication and an avenue for crop improvement. *Agronomy* **8**: 137.

RESENDE, Marcos Deon Vilela; DUARTE, João Batista. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, p. 182-194, 2007.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D.A.; CECOM, P.R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante armazenamento. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 517-524, 2008.

RICHETTI, A.; DE MELO, C. L. P. Viabilidade econômica da cultura do feijão-comum, safra da seca 2015, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2014.

SANTOS, E. L.; CECCATTO, S. E. K. Abertura prematura de vagens e rendimento de grãos de soja em diferentes épocas de semeadura. *Acta Iguazu*, v. 7, n. 4, p. 11-23, 2018.

SGARBIERI, V.C. Estudo do conteúdo de algumas características das proteínas e sementes de plantas leguminosas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 32, n. 1, p.78-84, jan./fev. 1980.

SILVA, J. G. DA; FONSECA, J. R.; COBUCCI, T. Cultivo do feijão irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de Produção n.5. Versão eletrônica. Dez, 2005.

SILVA, J. G. *et al.* Mecanização da colheita do feijoeiro: uso de recolhedoras trilhadoras. 2000.

SILVA, J. G.; NASCENTE, A. S.; MACHADO, ALT. Colheita mecanizada do feijoeiro:

passado, presente e futuro. 2020.

SILVA, J. S. Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. 2 ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2008. v. 1. 560p.

SILVA, M. A. D., & HILÁRIO, V. H. (2020). Avaliação do controle de pragas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com diferentes tipos de caldas. SILVA, M. A. D., & HILÁRIO, V. H. (2020). Avaliação do controle de pragas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com diferentes tipos de caldas.

SILVA, R. P. *et al.* Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora-trilhadora de feijão. *Ciência Rural*, v. 38, n. 05, p. 1286-1291, 2008.

SILVA, R. P. *et al.* Qualidade da colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas de preparo do solo. *Revista Ciência Agronômica*. Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 61-69, jan-mar, 2013.

SINGH, S.P.; GUTIÉRREZ, A.J.; MOLINA, A.; URREA, C.; GEPTS, P. Genetic diversity in cultivated common bean. II Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Sciences*, v.31, p.23-29, 1991.

SOUZA, C.M.A. Avaliação e simulação do desempenho de uma colhedora de fluxo axial para feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). 2001. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Viçosa, Viçosa, 2001.

TERRA, F. S. A. *et al.* Produtividade e qualidade dos grãos de cultivares de feijoeiro cultivado na safra das águas e de inverno. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 118, n. 2, p. 10, 2019.

VAVILOV, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Massachusetts: *Chronica Botanica*, 1950. 366 p.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. Feijão. 2 ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600p.

YAN, X., LIU, J., KIM, J. A., HE, Y., & ZHANG, J. (2019). Proteome-Wide Analysis Reveals Unanticipated Responses to Dehydration in Various Tissues of Drought-Tolerant Potato. *Frontiers in Plant Science*, 10, 879.