

**ADOÇÃO POTENCIAL DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA AO MOSAICO DOURADO POR PRODUTORES DE FEIJÃO-COMUM****POTENTIAL ADOPTION OF GOLDEN MOSAIC RESISTANCE TECHNOLOGY BY COMMON BEAN PRODUCERS****ADOPCIÓN POTENCIAL DE TECNOLOGÍA DE RESISTENCIA AL MOSAICO DORADO POR PRODUCTORES DE FRIJOL COMÚN**Gilmara Martins de Oliveira<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9094-8783>Alcido Elenor Wander<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9656-8773>**Submissão: 09/02/2022 / Aceito: 29/06/2022 / Publicado: 28/10/2022.****Resumo**

Uma das doenças a que o feijão está mais vulnerável é a do Mosaico Dourado, provocada por geminivírus que têm como vetor a mosca branca. Essa doença tem provocado danos e perdas significativas à cultura do feijoeiro-comum. A Embrapa desenvolveu o evento transgênico Embrapa 5.1, que proporciona Resistência ao Mosaico Dourado (RMD). Tal tecnologia contribui para o aumento da produtividade e redução dos custos para os agricultores. O objetivo do presente trabalho foi analisar o posicionamento dos produtores de feijão-comum quanto à adoção da tecnologia, além de identificar o perfil do produtor e da propriedade, forma de gestão e perfil tecnológico. É uma pesquisa quali-quantitativa, com caráter exploratório e descritivo, utilizando-se da pesquisa bibliográfica, documental e levantamento de campo. Para o levantamento dos dados fez-se uso de questionário eletrônico e ligações telefônicas direcionadas aos produtores. Os dados coletados foram analisados utilizando-se tabelas de frequência e gráficos para variáveis qualitativas, e os dados quantitativos foram tratados pelo programa estatístico R. O resultado indica que a maioria dos participantes é favorável à tecnologia RMD e que a adotaria, sendo o principal incentivo a redução do uso de pesticidas e o menor risco de perda da produção.

**Palavras-chave:** Adoção de tecnologia, Mosaico Dourado, Tecnologia RMD, Feijão-comum.

**Abstract**

One of the diseases that beans are most vulnerable to is Golden Mosaic, caused by a geminivirus with the whitefly as a vector. This disease has caused significant damage and losses to the bean crop. Embrapa developed the transgenic event Embrapa 5.1, which provides resistance to golden mosaic (RMD). This technology contributes to increased productivity and reduced costs for farmers. The objective of the work is to analyze the position of common bean producers regarding the adoption of the technology, besides identifying the profile of the producer and the property,

<sup>1</sup>Mestre em Agronegócio. Programa de Pós-Graduação em Agronegócio (PPGAgro), da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: gilmar.martins01@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Ciências Agrárias (Economia Agrícola). Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. & Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio (PPGAgro), da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: alcido.wander@embrapa.br



management form, and technological profile. It is qualitative-quantitative research, with exploratory and descriptive character, using bibliographic and documental research and a field survey. We used an electronic questionnaire and telephone calls to the producers for the data survey. The collected data were analyzed using frequency tables and graphs for qualitative variables and the quantitative data were treated by the statistical program R. The result indicates that most participants are in favor of RMD technology and that they would adopt it, the main incentive being the reduction in the use of pesticides and the lower risk of production loss.

**Keywords:** technology adoption, golden mosaic, RMD technology, common bean.

### Resumen

Una de las enfermedades a las que el frijol es más vulnerable es el Mosaico Dorado, causado por un geminivirus que tiene como vector a la mosca blanca. Esta enfermedad ha causado importantes daños y pérdidas al cultivo del frijol común. Embrapa desarrolló el evento transgénico Embrapa 5.1, que proporciona Resistencia al Mosaico Dorado (RMD). Dicha tecnología contribuye a aumentar la productividad y reducir los costos para los agricultores. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la posición de los productores de frijol común frente a la adopción de tecnología, además de identificar el perfil del productor y la propiedad, forma de gestión y perfil tecnológico. Es una investigación cualitativa-cuantitativa, con carácter exploratorio y descriptivo, utilizando investigación bibliográfica, documental y encuestas de campo. Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario electrónico y llamadas telefónicas a los productores. Los datos recolectados fueron analizados mediante tablas de frecuencia y gráficos para variables cualitativas, y los datos cuantitativos fueron tratados por el programa estadístico R. El resultado indica que la mayoría de los participantes están a favor de la tecnología RMD y la adoptarían, siendo el principal incentivo la reducción del uso de pesticidas y el menor riesgo de pérdida de producción.

**Palabras clave:** Adopción de Tecnología, Mosaico Dorado, Tecnología RMD, Frijoles.

### INTRODUÇÃO

A base da alimentação brasileira historicamente tem sido arroz (*Oryza sativa*) e feijão (feijão-comum: *Phaseolus vulgaris* e feijão-caupi: *Vigna unguiculata*, principalmente), alimentos que detêm a preferência popular e fazem parte da tradição alimentar. O grão do feijão-comum é produzido em todo o território nacional em três épocas.

Tal cultura é atacada pela praga da mosca branca, *Bemisia tabaci*, que ao se alimentar da planta do feijoeiro acaba transmitindo o vírus *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV), que, por sua vez, provoca a doença do Mosaico Dourado. A situação tem provocado grandes perdas para a cultura do feijão e a outras culturas economicamente importantes. As perdas variam entre 90 mil a 280 mil toneladas, de acordo com Aragão e Faria (2009).

As formas de controle da mosca branca mais comumente utilizadas são a aplicação de inseticidas e a observação da época de plantio para evitar períodos de maior incidência, e, de modo geral, a prática do manejo integrado (GUIVANT et al., 2009). No entanto, com o desenvolvimento de resistência da mosca branca aos pesticidas, o controle tem-se tornado cada vez mais difícil.



Através do uso de estratégias biotecnológicas, a Embrapa criou a cultivar BRS FC401 RMD, primeira cultivar com resistência efetiva ao vírus do mosaico dourado. Após submeter o procedimento à verificação de segurança na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), em 2011, foi concedida autorização para a comercialização da semente (SOUZA et al., 2016).

Tendo em vista o impacto que a infestação da mosca branca causa à cultura do feijoeiro-comum, o desenvolvimento da tecnologia de resistência ao mosaico dourado aplicado ao feijão, e ainda considerando os ganhos potenciais decorrentes da adoção da tecnologia RMD (resistência ao mosaico dourado) e a escassez de estudos sobre o tema, buscou-se entender as mudanças que a inserção comercial da cultivar de feijão-comum BRS FC401 RMD proporcionará à cadeia produtiva do feijão e avaliar a disposição do produtor a adotar esta cultivar transgênica.

Assim, o presente artigo está estruturado em seis seções, sendo a primeira uma breve introdução; a segunda seção trata-se de revisão da literatura na qual buscou-se entender elementos que influenciam na adoção de tecnologias na agricultura e o processo de desenvolvimento da tecnologia pela Embrapa, que conferiu resistência efetiva ao mosaico dourado. A terceira seção traz os aspectos metodológicos, processos utilizados na coleta e análise dos dados; logo após, na quarta seção há a discussão e resultados, e, por fim, considerações finais e referências.

#### ADOÇÃO DE TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Feder e Umali (1993) definem inovação como uma tecnologia que altera a função de produção e em relação à qual existe alguma incerteza percebida ou objetiva. Com o tempo, a incerteza diminui devido à aquisição de experiência e informação.

Segundo a Teoria de Inovação Induzida (HAYAMI; RUTTAN, 1982), a mudança técnica é resultado do processo de alteração das disponibilidades de recursos e crescimento da demanda, sendo endógena ao sistema econômico. Para Hayami e Ruttan (1982), o processo de inovação e criação de novas tecnologias ocorre em ambiente de desequilíbrios entre diversos elementos do sistema, o que estimula a busca pela melhor forma de alocação dos recursos.

A adoção de tecnologia depende das relações entre diferentes elementos, como o risco associado às tecnologias, o comportamento dos agricultores em relação ao risco, existência de custos fixos de adoção e disponibilidade de recursos. Inovações semelhantes podem experimentar diferentes padrões de adoção em diferentes áreas e por diferentes grupos de agricultores (FEDER; JUST; ZILBERMAN, 1982).



A restrição à adoção imediata de inovações envolve fatores como a falta de crédito, acesso limitado à informação, aversão ao risco, tamanho da propriedade, problemas com fornecedores, infraestrutura de transporte, falta de equipamentos adequados, escassez de mão de obra e forma de posse da terra (FEDER; JUST; ZILBERMAN, 1982). Diferentes comportamentos diante das inovações em diferentes ambientes geográficos e socioculturais indicam que os estudos sobre os padrões de adoção de inovações precisam fornecer informações detalhadas sobre os atributos do ambiente institucional, social e cultural e suas interações com fatores econômicos (FEDER; JUST; ZILBERMAN, 1982).

Souza Filho et al. (2011) agrupam os fatores determinantes na adoção de tecnologia em: a) características socioeconômicas e condição do produtor; b) características da produção e da propriedade rural; c) características da tecnologia; d) fatores sistêmicos.

O processo de adoção e difusão de tecnologia é complexo e inerentemente social, influenciado pelos pares, agentes de mudanças, pressão organizacional e normas sociais. Diversos fatores interagem entre si para inibir ou promover a adoção da tecnologia. Entender e controlar uma variável não garante o sucesso de uma política de difusão tecnológica (SOUZA FILHO et al., 2011, p. 250).

Feder e Umali (1993) veem a adoção de tecnologia sob duas perspectivas; no nível micro, a decisão de adotar (e intensidade de adoção) ou a rejeição da inovação é tomada individualmente. No nível macro, o padrão de adoção é examinado ao longo do tempo para identificar tendências no ciclo de difusão. O processo pode ser visto como dinâmico e agregador no tempo.

As características de uma inovação determinam a taxa de adoção por seu público-alvo. Essas características, segundo Rogers (2003), são: a) vantagem relativa: percepção por parte dos potenciais adotantes de quanto a tecnologia é melhor do que a anterior; b) compatibilidade: precisa ser compatível com valores, experiências e necessidades dos adotantes; c) complexidade: relativo ao entendimento e forma de uso da inovação; d) possibilidade de ser testada: teste da inovação antes da aquisição; e) observabilidade: visibilidade dos benefícios para outras pessoas. Assim, as inovações que possuem tais características potencialmente têm maior grau de adoção do que as demais. Curry et al. (2021) também reforçam a importância dos fatores socioculturais na adoção de novas tecnologias disruptivas na agricultura.

Conforme Zilberman, Holland e Trilnick (2018), organismos geneticamente modificados podem aumentar a produtividade, baixar custos e reduzir a pegada ecológica e ambiental da agricultura. Segundo os autores, os benefícios da tecnologia são compartilhados entre os inovadores, produtores rurais e consumidores.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22295/grifos.v32i59.6924> | Edição Vol. 59, Núm. 32, 2023.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

### MOSAICO DOURADO - *BEAN GOLDEN MOSAIC VIRUS* (BGMV)

A família *Geminiviridae* infecta muitas espécies (como o feijão-comum, tomate, mandioca, milho e algodão) economicamente importantes em regiões tropicais e subtropicais, tornando-se uma ameaça para a agricultura no mundo todo. O vírus *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV) pertence ao gênero *Begomovirus*, e é transmitido pela mosca branca, *Bemisia tabaci*, de forma persistente e circulante, provocando a doença do Mosaico Dourado no feijão-comum (ARAGÃO; FARIA, 2009). A presença do vetor da doença ocorre durante todo o período de desenvolvimento da cultura, no entanto, quanto mais nova a planta for infectada, maiores serão os danos causados.

Os sintomas do Mosaico Dourado são amarelecimento das folhas, nanismo das plantas, deformação das vagens e grãos e o abortamento das flores (SOUZA et al., 2016), ocasionando perdas que variam entre 40% e 100% da produção, a depender da incidência, da época de semeadura e da cultivar utilizada, sendo uma das viroses mais severas para a cultura do feijoeiro. Nos últimos anos, nota-se o crescimento populacional e ampliação da distribuição geográfica da mosca branca, associados à expansão da produção da soja em áreas de cultivo do feijão, o que intensificou os danos causados (ARAGÃO; FARIA, 2009; SOUZA et al., 2016). O BGMV se espalhou afetando os principais produtores do feijão-comum, como os estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Bahia, exceto no extremo sul do Brasil, sendo que geralmente a safra da seca é a que é mais afetada (FARIA et al., 2016).

Aragão e Faria (2009) afirmam que a doença do Mosaico Dourado tem causado perdas anuais de 90 mil a 280 mil toneladas para a produção brasileira, além de inviabilizar uma área de 180.000 ha para o cultivo durante a safra da seca (2ª safra).

As medidas de controle adotadas focam no controle químico do vetor, contudo, a mosca branca vem desenvolvendo resistência. Além dessa questão, têm-se o baixo benefício/custo e os impactos causados ao meio ambiente pelo uso dos inseticidas (ARAGÃO et al., 2013). Pedroso (2017) indica que a aplicação dos coquetéis de inseticidas é realizada de 07 a 10 vezes na plantação, e que dos 23 princípios ativos de inseticidas registrados, e que são destinados ao controle da mosca branca no feijoeiro-comum, é possível que apenas um deles seja eficaz. Outra recomendação agrônômica para evitar a incidência desta praga é a implementação do vazio sanitário, técnica que determina um período de ausência completa de plantas vivas que possam ser hospedeiras da mosca branca na área onde o feijão será plantado (PEDROSO, 2017).



É preciso que haja a integração de práticas de manejo para um controle mais eficiente do vetor. Guivant et al. (2009) indicam que o manejo integrado de pragas consiste na adoção de diferentes métodos para a obtenção de resultados eficientes como observação da época adequada de semeadura, adoção de cultivares mais adaptados à região de cultivo, espaçamento e densidade de semeadura, rotação de culturas, sistema de plantio direto, controle químico quando outras medidas não forem possíveis, entre outras.

Tendo em vista a resolução dos problemas citados, a Embrapa deu início a estudos procurando por fontes de resistência ao mosaico dourado na década de 1970. Foram encontradas fontes de resistência parcial e baixos níveis de tolerância. No início dos anos 1990, a Embrapa passou a desenvolver pesquisas com estratégias biotecnológicas para a obtenção de plantas geneticamente modificadas que fossem efetivamente resistentes ou imunes ao vírus *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV). A partir dos anos 2000, os pesquisadores passaram a utilizar a técnica do RNA interferente (RNAi), o que resultou em uma linhagem do feijão-comum imune ao BGMV, identificada como evento “Embrapa 5.1”, conhecida comercialmente como “tecnologia RMD” (Resistência ao Mosaico Dourado) (SOUZA et al., 2016).

Foi desenvolvida, assim, a cultivar BRS FC401 RMD, “primeira cultivar de feijão-comum registrada e protegida no Brasil com resistência efetiva ao mosaico-dourado, sendo a primeira cultivar geneticamente modificada de feijão-comum já desenvolvida em todo o mundo” (SOUZA et al., 2016, p. 2).

Atendendo às exigências da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), foram realizadas avaliações de biossegurança a fim de assegurar a segurança da linhagem transgênica Embrapa 5.1 para a saúde humana, animal e para o meio ambiente. Os resultados demonstraram não haver diferença entre as linhagens transgênicas e plantas parentais não transgênicas (ARAGÃO et al., 2013).

A CTNBio concluiu que o feijão transgênico é tão seguro quanto seus equivalentes convencionais e que o pedido de liberação comercial atendeu às normas e às legislações vigentes que visam garantir a biossegurança do meio ambiente, da agricultura, da saúde humana e animal (PEDROSO, 2017, p.135).

Um importante resultado demonstrado no estudo de Aragão et al. (2013) é que as condições climáticas durante o período de cultivo não afetam a produção e a resistência de siRNA do transgene. E ainda, o siRNA é identificado nas folhas do feijoeiro-comum, em menor nível nas sementes, e quando cozidos por 10 minutos não foi detectada a presença do siRNA no grão. Este



tempo de cocção avaliado é menor do que o tempo de cocção a que os grãos de feijão são submetidos na preparação de receitas para consumo humano.

Como resultado do processo de melhoramento genético obteve-se uma cultivar com resistência efetiva ao mosaico dourado, resistência ao mosaico comum, resistência moderada à antracnose e à ferrugem, assim como ao crestamento bacteriano comum, no entanto, suscetível ao carlavírus. A cultivar BRS FC401 RMD apresenta ciclo normal, grãos tipo carioca com padrão comercial, bom potencial produtivo, plantas com arquitetura prostrada e hábito de crescimento indeterminado (SOUZA et al., 2016, p.6). “Não apresenta potencial de alergenicidade ou toxicidade e de alteração bioquímica na planta em termos de caracterização agrônômica e, também, nem em termos de composição nutricional do grão” (PEDROSO, 2017, p.134).

A abordagem transgênica para o manejo da doença é um componente muito importante, mas o manejo da população de moscas brancas continua sendo necessário, pois causa danos diretos à planta e transmite outros vírus (FARIA et al., 2016). Como no caso do *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) ou carlavírus, ao qual a cultivar BRS FC401 RMD mostrou-se suscetível, e cujos sintomas vinham sendo confundidos pelo mosaico dourado, que, por sua vez, é mais agressivo (SOUZA et al., 2016).

Análise de folhas e sementes em variados estágios de desenvolvimentos revelaram a presença dos siRNAs em folhas, mas apenas em quantidades de traços nas sementes, sem, contudo, serem encontrados em grãos cozidos, que é a forma em que o feijão é consumido (ARAGÃO et al., 2013).

Entre as publicações relacionadas à tecnologia RMD existe uma carência de estudos relacionados à adoção desta tecnologia e os seus possíveis efeitos sobre a cadeia produtiva como um todo. Esta é a razão principal da realização do presente estudo.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa pode ser caracterizada como descritiva e exploratória, e quanto a sua natureza tem caráter quali-quantitativo. A pesquisa descritiva tem como “objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno” (GIL, 2008, p.42), como distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade etc. Visa descobrir se há relações entre as variáveis e qual a natureza da ligação (GIL, 2008), além de procurar conhecer quais as opiniões e crenças sobre o fenômeno estudado. Os meios utilizados para a coleta de dados geralmente são questionário



e observação sistemática. Já a pesquisa exploratória, segundo Gil (2008), busca proporcionar maior familiaridade e o aprimoramento de ideias sobre determinado fenômeno.

Os dados foram obtidos por meio de levantamento de campo (*survey*), com a coleta de dados feita por meio de questionário eletrônico direcionado aos produtores de grãos de feijão-comum, de qualquer cultivar. O questionário foi encaminhado a parceiros e produtores de sementes de feijão, com o pedido de que passassem a seus clientes (produtores de grãos que adquiriram sementes com os multiplicadores de sementes da cultivar BRS FC401 RMD). Assim, a amostra possui característica do tipo não probabilística – bola de neve, em que os entrevistados indicam outros participantes. Parte dos dados foi coletada por questionário eletrônico e parte por meio de ligações telefônicas, resultando num total de 15 respondentes.

O questionário foi estruturado com questões abertas e fechadas em seções que visam identificar o perfil do produtor e da propriedade, forma de gestão, perfil tecnológico e posicionamento quanto à adoção da tecnologia, fatores que são indicados pela literatura como influenciadores da adoção tecnológica. Quanto ao espaço geográfico, não foi determinada uma área específica, para que assim os dados fossem de diversas regiões onde o Mosaico Dourado ocorre, e, portanto, a tecnologia RMD pudesse trazer um diferencial aos produtores adotantes.

Para a análise dos dados utilizaram-se tabelas e gráficos para as variáveis coletadas. Fez-se análise qualitativa dos dados por meio de tabelas de frequência das variáveis. Os dados quantitativos tratados pelo programa estatístico R (R CORE TEAM, 2020), para obtenção do desvio padrão das variáveis com relação à média, foram pontuados na seção de resultados e discussão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura aponta que as variáveis representativas do capital humano, tais como educação, experiência, competências e habilidades, são essenciais no processo de modernização da agricultura. Assim, fez-se a análise dessas variáveis para os produtores de feijão-comum respondentes da pesquisa.

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E CONDIÇÃO DO PRODUTOR

Foram 15 produtores entrevistados de 11 municípios brasileiros, pertencentes a 5 estados: Goiás; São Paulo; Bahia; Minas Gerais; e Mato Grosso do Sul. Sendo que: 20% são produtores de feijão-comum localizados em Goiás; 6,7% de produtores de São Paulo; 40% de produtores da





Bahia; 26,7% de produtores de Minas Gerais; e 6,6% de produtores do Mato Grosso do Sul. A amostra foi composta por 73% de produtores do sexo masculino e 27% do sexo feminino.

Quadro 1: Município dos produtores

| Município         | Estado | Quantidade |
|-------------------|--------|------------|
| Lajedinho         | BA     | 3          |
| Euclides da Cunha | BA     | 3          |
| Caiapônia         | GO     | 1          |
| Corumbá de Goiás  | GO     | 1          |
| Itumbiara         | GO     | 1          |
| Patrocínio        | MG     | 1          |
| Patos de Minas    | MG     | 1          |
| Nova Ponte        | MG     | 1          |
| Unaí              | MG     | 1          |
| Maracaju          | MS     | 1          |
| Pilar do Sul      | SP     | 1          |
| Total             |        | 15         |

Fonte: Dados da pesquisa.

A área total da propriedade dos participantes varia entre 1 e 5.000 hectares (ha), com uma média geral de 843,3 ha e um desvio padrão de 1.320,59 ha, o que demonstra heterogeneidade do tamanho das propriedades. A maior parte das propriedades têm áreas entre 1 e 100 ha (46,6%) e estão majoritariamente no estado da Bahia – 85,7%; e 14,3% estão em São Paulo. A área média destinada ao cultivo do feijão-comum é de 370 ha. Cerca de 40% dos produtores destinam de 100 a 500 ha para o cultivo do feijão-comum. Outra parte (33%) faz o plantio em áreas que variam entre 1 e 15 ha. Esse fato mostra o perfil heterogêneo do produtor brasileiro de feijão-comum, de lavouras com 1 ha até lavouras com 3.300 ha (maior área declarada por um entrevistado).

Alguns produtores relataram a diminuição da área destinada à lavoura do feijão-comum para plantio de outras culturas, devido à volatilidade dos preços no momento da comercialização.

Com relação à participação da renda do feijão-comum na renda gerada pela propriedade, 20% afirmaram que o feijão-comum produzido é apenas para o consumo familiar; para 26,7% a receita com a venda do grão representa entre 5% e 20%; e para 46,6% a representatividade vai de 30% a 50% da renda total; 6,7% dos entrevistados não souberam informar.

Os entrevistados possuem idade entre 31 e 65 anos, sendo que 53,4% possuem até 50 anos de idade, 33,3% estão na faixa de 51 a 60 anos, e aqueles que possuem entre 61 e 70 anos representam 13,3%. O fator idade é indicado por Silva Filho et al. (2011) como um fator que influencia na adoção de tecnologias. A adoção está relacionada com a menor idade: aqueles mais



jovens são mais atraídos por novidades; no entanto, o fator experiência também tem grande impacto, pois indica maior capacidade de gestão e mais eficiência.

Quadro 2: Área das propriedades dos entrevistados

| Área                | Quantidade | %     |
|---------------------|------------|-------|
| Até 100 ha          | 7          | 46,6  |
| De 101 a 500 ha     | 1          | 6,7   |
| De 501 a 1.000 ha   | 3          | 20,0  |
| De 1.001 a 3.000 ha | 3          | 20,0  |
| De 3.001 a 5.000 ha | 1          | 6,7   |
| <b>Total</b>        | 15         | 100,0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados mostram a grande experiência dos produtores com a produção do feijão-comum. Quando perguntados sobre há quanto tempo trabalham com o feijão-comum, 66,7% responderam que estão no mercado entre 21 e 30 anos; na faixa de 1 a 10 anos 13,3%; e outros 13,3% de 11 a 20 anos de experiência; outra parte não respondeu. Esse fator está relacionado com maior conhecimento e assertividade na tomada de decisões; e quanto mais tempo em uma atividade, maior a propensão em adotar novas tecnologias.

Quadro 3: Tempo de experiência com o cultivo do feijão-comum

| Anos          | Quantidade | %     |
|---------------|------------|-------|
| 1 a 10        | 2          | 13,3  |
| 11 a 20       | 2          | 13,3  |
| 21 a 30       | 10         | 66,7  |
| Não respondeu | 1          | 6,7   |
| <b>Total</b>  | 15         | 100,0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Relacionado ao nível de escolaridade observou-se que 33,3% possuem nível superior, 20% formação em ensino técnico, 26,7% concluíram o ensino médio e 20% possuem até o ensino fundamental. A maior escolaridade tem efeito positivo sobre a adoção de novas tecnologias, possibilita maior aceitação de novos procedimentos e favorece a assimilação de conhecimento. 60% das propriedades estão a menos de 30 km da sede do município. A sede do município é o local de moradia de 80% dos entrevistados.

A mão de obra empregada na atividade é predominante permanente, representando 47%; 33% provêm da mão de obra familiar; temporária 13%; e conjunta – permanente e temporária –

7%. Quanto à qualificação da mão de obra, em 33,3% das propriedades é composta por técnico agrícola, e 33,3% por engenheiro agrônomo. Em outros 13,4%, além do engenheiro agrônomo, contam também com o técnico agrícola, nos 20% restantes não há mão de obra técnica empregada.

A gestão profissional influencia na adoção tecnológica de forma positiva. O profissional a frente da gerência procura melhorar seu desempenho diante do seu empregador. Os resultados demonstram que a maioria das propriedades é administrada pelos próprios produtores (86,6%); em 6,7% a administração é contratada e nos outros 6,7% é feita uma junção entre a administração própria e a contratada.

Até 20% dos entrevistados não fazem a contabilidade da fazenda, 40% contabilizam suas atividades por meio de escritório próprio, 20% escritório terceirizado, e os demais tanto faz a contabilidade em escritório próprio quanto terceirizado. O controle dos custos é realizado por 80% dos produtores. Desses, 83% controlam todos os custos, 17% controlam apenas os custos com insumos (fertilizantes, pesticidas e combustível). 42% usam planilhas eletrônicas para registro dos custos das atividades, 33% fazem uso de software específico, 17% fazem o controle manual, por meio de anotações em cadernos e planilhas impressas, 8% não responderam ao questionamento.

O serviço de assistência técnica tem grande importância no processo produtivo, tendo como característica a busca por melhores formas de se realizar determinada atividade. Quando indagados sobre acesso à assistência técnica, 53% usam a assistência privada, 20% possuem equipe própria, 14% não têm acesso a nenhum tipo de assistência, 13% não responderam ao questionamento. Nenhum dos participantes respondeu que tem acesso à assistência técnica pública.

Grande parte (67%) dos entrevistados participa de cooperativas e associações, nem sempre relacionadas ao feijão-comum, mas também vinculadas a outras culturas. As cooperativas e associações citadas são: Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (Comigo); Associação Brasileira de Feijões e Legumes Secos (Abrafe); Associação Comunitária do Colosso; Cooperativa Agropecuária Mista Regional de Irecê (Copirecê); Associação Vertente do Cupan; Coopercitrus Cooperativa de Produtores Rurais; Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo (Coplacana); Cooperativa Agrícola de Unaí (Coagril); Associação do Sindicato Rural de Unaí; Cooperativa Agropecuária Unaí Ltda. (Capul); e Cooperativa Agrícola Mista Serra de Maracaju (Coopsema). A participação em grupos de interesse sobre a cadeia produtiva do feijão-comum ocorre para 47% dos entrevistados. Percebe-se que os produtores têm interesse em participar de organizações que tratem do tema, apesar de não haver muitas cooperativas e associações específicas para o feijão.



A troca de experiência entre produtores é um fator relevante na adoção de tecnologia, pois permite um aumento do conhecimento. O contato com pensamentos e ideias diferentes e com formações e ocupações diversas contribui para ampliar a visão, além de oportunizar o maior acesso a determinados tipos de informação (SOUZA FILHO et al., 2011).

A utilização de crédito rural ocorre para 47% dos produtores. Alguns utilizam crédito de bancos – foi citado o Banco do Brasil – para financiamento de máquinas; para outros, o crédito é concedido na compra dos insumos quando o fornecedor aceita o pagamento após a colheita do feijão-comum. Alguns produtores que declararam plantio do feijão-comum para consumo familiar têm acesso ao PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), corroborando com Schneider, Cazella e Mattei (2021).

Alguns produtores do estado da Bahia relataram o abandono do cultivo do feijão devido à incidência de pragas, principalmente a mosca branca, dificuldade em conseguir seguro para a lavoura e crédito; as linhas de crédito disponíveis estão direcionadas a outras culturas como o milho, e eles buscam reduzir o risco ao aplicar o seu capital. Outro fator indicado é a dificuldade em encontrar mão de obra para a colheita.

#### **CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E PERFIL TECNOLÓGICO**

A época de plantio mais comum dentre os respondentes foi a 3ª safra – ou safra de inverno (53%). Esta costuma ter período de cultivo nos meses de abril a julho e principalmente na região Centro-Oeste. Os produtores fazem uso de pivôs centrais para a irrigação.

A safra das águas – ou 1ª safra (de agosto a novembro) – é a época de plantio para 20% dos produtores, e 7% fazem o plantio apenas na 2ª safra (de dezembro a abril). Os 20% restantes fazem o cultivo em mais de uma época, variando entre primeira e segunda safra; segunda e terceira safra; e todas as safras. Dentre as variedades de feijão cultivadas estão: o Pérola; TAA Dama; BRS Estilo; IPR Campos Gerais; BRS FC403; BRS FC402; IPR Uirapuru; IPR Tuiuiu; IPR Urutau; Carioca; IAC 1850; IAC 1849; e TAA Marhe.

A produtividade varia entre 4 e 74 sacas por hectare, sendo que 67% conseguem obter entre 4 e 50 sacas por hectare; o restante alcança produtividades superiores a 50 sacas por hectare. O preço da saca no momento da venda possui grande variação. Grande parte dos agricultores relatou que há muitas oscilações no preço de venda, mas em média o preço conseguido é de R\$ 218 por saca de 60 kg.



O plantio na palha é feito por cerca de 80% dos produtores. Esse tipo de cultivo é caracterizado por não revolver o solo e a cobertura do solo por restos vegetais, aumentando a quantidade de matéria orgânica. Quanto aos equipamentos, a maioria dos produtores possui semeadora e colhedora.

Todos os produtores, além do feijão-comum, fazem o plantio de outras culturas, demonstrando que as atividades desenvolvidas na área da fazenda são bem diversificadas. Da amostra denota-se que 73% cultivam de 2 a 4 outros tipos de culturas. Sendo que todos cultivam o milho, 60% também cultivam soja, 40% cultivam sorgo, 27% trigo e 20% hortaliças e outros. A diversificação da atividade é fator positivo na adoção da tecnologia, tendo em vista que há diluição do risco devido à diversificação, pois a renda não depende apenas de uma atividade.

A utilização de inseticidas está presente em 67% das propriedades, fazendo cerca de 5 a 10 aplicações para o controle das pragas associadas ao feijão-comum. Com ênfase na mosca branca, que, além do vírus causador do Mosaico Dourado, pode transmitir outros vírus.

#### **ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA AO MOSAICO DOURADO - RMD**

Tendo acesso ao perfil dos produtores de feijão-comum e melhor compreendendo seu perfil, passa-se à análise da sua disposição a adotar ou não a tecnologia de transgenia aplicada ao feijão-comum, buscando saber suas inclinações e percepções sobre a tecnologia RMD, os prós e contras à aderência.

Quando questionados sobre se já plantaram ou plantam alguma cultura transgênica, 80% afirmaram que sim, contra 20% que afirmam nunca terem cultivado sementes transgênicas. Dentre os 80% que cultivam transgênicos, 50% cultivam apenas milho; 8,3% apenas a soja; 25% produzem soja e milho transgênicos; 8,3% além da soja e milho produzem também o feijão BRS FC401 RMD, e 8,4% produzem a soja, milho, algodão e feijão transgênicos. Quanto aos entrevistados que cultivam o BRS FC401 RMD, esses são sementeiros que fazem a multiplicação e vendem como sementes certificadas para os produtores de grãos.



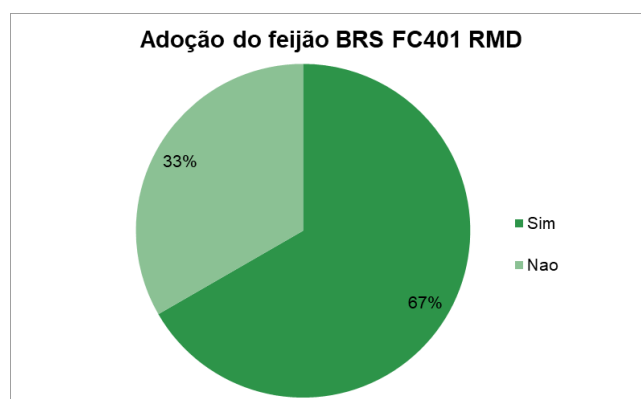
Quadro 4: Culturas transgênicas cultivadas

| Culturas transgênicas        | Quantidade | %     |
|------------------------------|------------|-------|
| Milho                        | 6          | 50,0  |
| Soja                         | 1          | 8,3   |
| Soja e milho                 | 3          | 25,0  |
| Soja, milho, feijão          | 1          | 8,3   |
| Soja, milho, algodão, feijão | 1          | 8,4   |
| <b>Total</b>                 | 12         | 100,0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à adoção do feijão-comum resistente ao Mosaico Dourado, 67% dos entrevistados são favoráveis à adoção; 33% se mostraram contrários à adoção da tecnologia (Figura 1).

Figura 1: Adoção do feijão BRS FC401 RMD



Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os produtores com visão favorável ao cultivo da cultivar BRS FC401 RMD, 40% indicaram que a motivação para a adoção é a redução do uso de agrotóxicos; para eles, a resistência ao Mosaico Dourado possibilita um menor controle da mosca branca, reduzindo a necessidade de aquisição de pesticidas.

Para outros 27% o aumento da produtividade é razão suficiente para o cultivo da semente transgênica. Tendo em vista que a produtividade não será afetada dada a infestação por mosca branca, não causará danos decorrentes do mosaico dourado na lavoura. Como a presença do mosaico dourado tem inviabilizado a produção em algumas áreas, principalmente na época da seca (2ª safra), e provocado perdas que variam entre 40% e 100% da produção, os entrevistados

indicaram (33%) que a diminuição do risco de perda é um incentivo à adoção; e 27% indicaram a possibilidade de plantio em diversas épocas como um atrativo para a cultivar transgênica.

A resistência a doenças também foi indicada por 27% dos produtores como motivo. 13% adotariam o feijão transgênico incentivados pelo aumento da renda, possível devido ao aumento da produtividade. Outros 7% pela redução dos custos produtivos. Os entrevistados indicaram mais de um motivo para a adoção, como também para a rejeição.

Os resultados encontrados estão em conformidade com os estudos de Zilberman, Holland e Trilnick (2018).

Figura 2: Adoção da cultivar de feijão BRS FC401 RMD



Fonte: Dados da pesquisa.

Quando perguntados quanto a mais estariam dispostos a pagar pela aquisição da semente transgênica, dentre os dispostos, 40% afirmaram que pagariam até 5%; 30% pagariam por um aumento de 5% a 15%; e 30% pagariam de 15% até 25% a mais para obter os benefícios da nova tecnologia. Segundo afirma a literatura, a decisão de adotar uma inovação é dada pela utilidade percebida dos fatores produtivos e dos preços desses fatores (FEDER; UMALI, 1993; ROGERS, 2003; SOUZA FILHO et al., 2011).

Entre os produtores que não são favoráveis à adoção da tecnologia RMD (33%), a maioria (75%) indica como principal motivo da não adoção o risco da rejeição pelos consumidores. Para esses produtores o fato de a sociedade não ver a transgenia em alimento de forma positiva afetará a busca pelo produto, impactando na comercialização dos grãos. Os que dizem não conhecer o produto são 50%, por isso, não usariam a semente.

Quadro 5: Disposição a pagar a mais pelas sementes da cultivar de feijão-comum BRS FC401 RMD

| Sobrepço da semente | Quantidade | %   |
|---------------------|------------|-----|
| Até 5%              | 4          | 40  |
| De 5 a 15%          | 3          | 30  |
| De 15 a 25%         | 3          | 30  |
| <b>Total</b>        | 10         | 100 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Outros indicam como motivo da rejeição o alto preço das sementes. Esperam que por ser uma tecnologia nova o preço para adquiri-la seria elevado, o que causa a não adoção. Há ainda produtores que afirmaram não ter problema com o Mosaico Dourado e, portanto, seria irrelevante a resistência para a lavoura; este seria apenas um custo adicional. Para alguns, os produtores aprenderam a lidar com o mosaico dourado, utilizando as práticas corretas de manejo.

E, por fim, a falta de resistência ao carlavírus foi apontada como motivo para não adoção. Para essa parte dos entrevistados a suscetibilidade ao CPMMV implica na manutenção do sistema de manejo, não alterando o processo produtivo atual.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou analisar o posicionamento dos produtores de feijão-comum quanto à adoção da tecnologia da resistência ao Mosaico Dourado. Assim, conclui-se que a maioria dos entrevistados estão propensos a adotar a cultivar de feijão-comum BRS FC401 RMD, tendo como um dos fatores mais indicados para a adoção de cultivar transgênica a redução do uso de pesticidas. Apesar do pouco número de entrevistados, é possível visualizar que há mercado para a semente transgênica.

Os produtores entrevistados pertenciam a cinco estados brasileiros, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo, que estão entre os maiores produtores do grão no Brasil. Os produtores acreditam que a tecnologia desenvolvida pela Embrapa permitirá o cultivo do feijão-comum em diferentes épocas, mesmo com a incidência da mosca branca; aumento da produtividade, resistência a doenças e redução dos custos produtivos. A maior parte dos potenciais adotantes indicaram que estariam dispostos a pagar até 5% a mais pela aquisição da semente da cultivar BRS FC401 RMD.

Aqueles que se mostraram contrários à adoção têm como principais motivações o risco de rejeição pelos consumidores, o alto preço das sementes; a não resistência da cultivar ao carlavírus e





o fato de alguns não perceberem o Mosaico Dourado como empecilho para a produção. Questões como saturação do mercado e redução do preço de venda não foram apontadas como problemas. A falta de crédito para a produção do feijão-comum foi indicada por produtores de Euclides da Cunha-BA como razão para o cultivo de outras lavouras onde o crédito é mais facilitado.

Sugere-se que seja feita maior divulgação com relação à tecnologia da Resistência ao Mosaico Dourado, o potencial produtivo e as características agrônômicas das cultivares portadoras da transgenia, pois muitos produtores demonstraram não ter conhecimento anterior sobre a cultivar.

A principal dificuldade encontrada para a realização da pesquisa foi a coleta dos dados, devido à resistência do público-alvo em responder ao questionário, dificuldade encontrada tanto no método de questionário eletrônico enviado aos grupos de interesse quanto na obtenção das respostas por meio das ligações telefônicas. Para próximas pesquisas seria interessante a participação de um grupo maior de produtores.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, F. J.; FARIA, J. C. First transgenic geminivirus-resistant plant in the field. **Nature Biotechnology**, v. 27, n. 12, p. 1086–1088, 2009.

ARAGÃO, F. J.; NOGUEIRA, E. O.; TINOCO, M. L.; FARIA, J. C. Molecular characterization of the first commercial transgenic common bean immune to the Bean golden mosaic virus. **Journal of Biotechnology**, v. 166, p. 42–50, 2013.

CURRY, G. N.; NAKE, S.; KOCZBERSKI, G.; OSWALD, M.; RAFFLEGEAU, S.; LUMMANI, J.; PETER, E.; NAILINA, R. Disruptive innovation in agriculture: Socio-cultural factors in technology adoption in the developing world. **Journal of Rural Studies**, v. 88, p. 422-431, 2021.

FARIA, J.; ARAGÃO, F.; SOUZA, T.; QUINTELA, E.; KITAJIMA, E.; RIBEIRO, S. Golden Mosaic of Common Beans in Brazil: Management with a Transgenic Approach. **APS Features**, 2016. doi: 10.1094/APSFeature-2016-10.

FEDER, G.; UMALI, D. L. The adoption of agricultural innovations: a review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 43, n. 3, p. 215-239, 1993.

FEDER, G.; JUST, R. E.; ZILBERMAN, D. Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. **World Bank Staff Working Papers**, n. 542, 1982.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIVANT, J. S.; CAPALBO, D. M. F.; DUSI, A. N.; FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; WANDER, A. E. Uma experiência de consulta a setores de interesse no caso do feijão transgênico.



2009. In: COSTA, M. A. D; COSTA, M. F. B. **Biossegurança de OGM: uma visão integrada**. Rio de Janeiro: Publit, 2009.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento Agrícola: Teoria e Experiências Internacionais**. 1988.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. URL <https://www.R-project.org/>.

SCHNEIDER, S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. F. Post scriptum ao artigo “Histórico, caracterização e dinâmica recente do PRONAF-Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar”. **Revista Grifos**, v. 30, n. 51, p. 42-67, 2021.

SOUZA, T. L. P. O.; FARIA, J. C.; ARAGÃO, F. J. L.; PELOSO, M. J. D.; FARIA, L. C.; AGUIAR, M. S.; WENDLEND, A.; QUINTELA, E. D.; DÍAZ, J. L. C.; MAGALDI, M. C. S.; SOUZA, N. P.; COSTA, A. G.; TRINDADE, N. L. S. R.; MARAGON, M. A.; MELO, C. L. P.; HUNGRIA, M.; FILHO, I. A. P.; WRUCK, F. J.; ALMEIDA, V. M.; BRAZ, A. J. B. P.; MARTINS, M.; PEREIRA, E. S.; MELO, L. C. **BRS FC401 RMD: Cultivar de Feijão Carioca Geneticamente Modificada com Resistência ao Mosaico-dourado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016 (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 235).

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

PEDROSO, M. T. M.; **Instituições e inovação tecnológica agropecuária: o caso de produtos biotecnológicos no Brasil e nos Estados Unidos**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Brasília. Brasília- DF. 2017.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. Free Press, 5<sup>a</sup> ed. 2003.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 4, p. 721-742, 2012.

ZILBERMAN, D.; HOLLAND, T. G.; TRILNICK, I. Agricultural GMOs - what we know and where scientists disagree. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1514, 2018.

